



Förbättringspotential i avverkningsplanering

-En fallstudie av ett års avverkningar på två distrikt inom SCA skog, Jämtlands förvaltning.

Lars Jacobsson

Arbetsrapport 141 2005

FÖRORD

Under min studietid till Jägmästare vid SLU i Umeå väcktes mitt intresse för skoglig planeringsproblematik. Efter att ha arbetat min andra sommar för SCA skog, Jämtlands förvaltning gjorde jag en förfrågan om det fanns några uppslag till examensarbeten hos dem.

Det ledde till denna uppsats som behandlar delar av den skogliga planeringen inom en förvaltning, arbetet omfattar 20 högskolepoäng och har utförts vid Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU Umeå. Värdföretaget för arbetet har varit SCA skog, Jämtlands förvaltning.

Vid SCA skog, Jämtlands förvaltning vill jag tacka Sven Strömberg som jag inledningsvis gjorde en förfrågan till vilket ledde till sammankomster med övriga berörda. Ulf Källman som varit min handledare och som hjälpte mig vidare under arbetets gång. Jag vill också tacka alla övriga som jag kommit i kontakt med under arbetets gång och som på olika sätt bidragit till projektets genomförande och dess slutgiltiga form.

Vid SLU vill jag särskilt tacka min handledare Karl Gustafsson som alltid ställt upp med goda råd och vettiga synpunkter, vilket har betytt mycket för arbetets fortskridande.

SAMMANFATTNING

Denna studie undersöker möjligheterna att förbättra den avverkningsplaneringen hos ett stort svenskt skogsföretag. Studien avser i huvudsak den operativa planeringen men berör också delvis strategisk planering. Arbetet baseras på en fallstudie som är genomförd inom två distrikt på SCA skog AB, Jämtlands förvaltning och inkluderar fyra delar som är;

1. Att kartlägga avverkningar ett år bakåt i tiden och insamla olika variabler för att kunna åskådliggöra hur verksamheten fortskridit under året.
2. Att med hjälp av framtaget data studera verksamheten och om möjligt konstruera en alternativ plan och analysera de ekonomiska effekterna av möjliga förbättringar.
3. Utifrån del 1 och 2 söka lösningar eller metoder att arbeta efter för att åstadkomma mera effektiva planer och när det är möjligt ge praktiska rekommendationer på förbättringar.
4. Undersöka i vilken utsträckning som uppskattad volym i planer och det verkliga utfallet skiljer sig och, om så är fallet, undersöka orsakerna till detta.

Resultaten visar att man med sparade data hos SCA kan kartlägga avverkningsaktiviteter under ett år bakåt. Förflyttningar av avverkningsmaskiner, både i tid och rum är sparade. Den alternativa planen som gjordes visade att det finns potential till att förbättra planeringen så att förflyttningar av maskiner, och med det kostnaderna, minskar. Resultatet visade att förbättringarna kunde nås på fyra olika vis.

1. Genom bättre kommunikation mellan produktionsledare som sköter den operativa planeringen vilket leder till bättre urval från traktbanken när planerna etableras.
2. Utveckla verktyg som kan användas i det existerande systemet som underlättar urvalet lämpliga avverkningstrakter från traktbanken.
3. Genom att expandera traktbanken ökar antalet avverkningstrakter att välja på från traktbanken.
4. Genom att ändra kriterierna som avverkningstrakter väljs ut till traktbanken från långsiktsplaneringen.

Resultatet visade också att de volymer som avverkades över året under ett år på ett SCA distrikt stämde väl överens med vad som uppskattats från beståndsdata när planerna upprättades. På individuella avverkningstrakter kunde däremot volymdifferenserna ibland vara väldigt stora. En orsak till dessa skillnader kan vara att avverkningstrakter inte alltid avverkas som det från början var planerat. Detta kan bero på flera olika saker som till exempel hög decentralisation av beslut inom företaget. En annan orsak för dessa stora volymdifferenser kan vara dåliga avgränsningar av bestånd. Det kan också bero på svåra drivningspartier som påverkar det slutgiltiga resultatet.

ABSTRACT

This paper concerns the possibilities to improve the planning of harvest activities at a large Swedish forest company. It focus on operative planning but concerns to some extent also strategic planning. The paper is based on a case study carried put at two districts of SCA skog AB, Jämtlands förvaltning. The case study includes four sections which are;

1. To map out logging activities of one year and collect different operational variables to visualize how the work has proceeded during the year.
2. To construct an alternative logging plan for the same year and analyse the economical consequences of any improvements.
3. From the experience of 1 and 2, seek solutions or methods of work which result in more efficient plans and, whenever possible, give practical recommendations for improvements.
4. Examining to which extent the volume of timber in plans and at real timber landing sites differ and, if so, examine the reasons for the differences.

The results from the attempts of mapping the logging activities of one year show that this can be done based on the data stored at SCA. The movements of the logging equipment, both in time and space are traced. The alternative plan that was made showed that there was a potential to improve the planning so that movements of machines, and hence the costs, decreased. The result showed that this improvements could be done in four different ways;

1. Better communication between the different employees who handle the operative production (productionleaders) which can lead to more accurate selection from the logging compartment bank when the plan is established.
2. Develop tools which can be used in the existing system to make the selection of regular and appropriate logging compartments easier.
3. By expanding the logging compartment bank, the number of stands to select from increases.
4. By changing the criteria of choosing compartments to the logging compartment bank from the long range plan.

The result also showed that the volume of timber actually harvested in one year and at one SCA district differed only negligible from what had been estimated from stand data when setting up the plans. On individual logging compartments level, the differences were sometimes very large. One reason for these discrepancies is that logging compartments aren't always cut as prescribed in the original plan. This may depend on different things as for example high decentralization of decisions within the company. Another reason for these sometimes large differences can be inadequate marked borders so the machines take more or less then the initial plan. Another cause is that parts within the stand can not be logged because of rake or big rocks.

FÖRORD	I
SAMMANFATTNING	II
ABSTRACT	III
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	IV–V
1. INLEDNING	1
1.1. BAKGRUND	1
1.2. SYFTE & MÅL	1
1.3 ALLMÄNT OM PLANERING	2–4
1.4 PLANERINGSSYSTEM HOS SCA SKOG	4–6
2. GENOMFÖRANDE OCH METOD	7
2.1. GENOMFÖRANDE	7–8
2.2. METOD	8
2.2.1. Avverkningar ett år bakåt – fallstudien	8–10
2.2.2. Alternativ operativ plan	10
2.2.3. Konstruerad traktbank	10–11
2.2.4. Restriktioner vid jämförelser mellan verklig/alternativ plan	11–13
2.3. KOSTNADER FÖRKNIPPADE MED PLANERINGEN	13
2.3.1. Flyttkostnader vid avverkning	13
2.3.2. Flyttkostnader vid markberedning	13
2.3.3. Övriga merkostnader	13
3. RESULTAT	13
3.1. FALLSTUDIEN	13
3.1.1. Avverkat under året	13–15
3.1.2. Avverkningars geografiska belägenhet	15–16
3.1.3. Ordningsföljden på avverkningar	16–17
3.2. VERKLIG- & ALTERNATIV PLAN – JÄMFÖRELSE	17
3.2.1. Maskinlag 1	18–19
3.2.2. Maskinlag 2	20–21
3.2.3. Maskinlag 3	22–23
3.2.4. Maskinlag 4	24–25
3.2.5. Sammanställning och analys av skillnader verklig/alternativ plan	25–26
3.2.6. Förändrad koncentration av avverkningar	26–27

3.3. JÄMFÖRELSE PLAN / INDUSTRI	27
3.3.1. Totalt volymutfall över året	27–28
3.3.2. Volymutfall enskilda avlägg	28–30
4. DISKUSSION	30–31
4.1. ALTERNATIV PLAN – FÖRBÄTTRINGSPOTENTIAL	31–33
4.2. KOPPLINGEN LSP, TRAKTPLANERING & PRODUKTION	33–34
4.3. VOLYMDIFFERENSER	35–36
5. LITTERATURFÖRTECKNING	37–38

1. INLEDNING

1.1. BAKGRUND

De övergripande målen för SCA skogs verksamhet är att långsiktigt försörja SCA:s svenska industrier med virke, att utveckla och långsiktigt förvalta SCA:s skogsresurser och att uppnå tillfredställande lönsamhet. Vad gäller riktlinjer för skogshushållning och skoglig planering ska brukandet av de egna skogarna betraktas som något mycket långsiktigt. Intuitionen är att avkastningen av virkesvolymerna ska ligga på högsta möjliga jämna nivå över tiden vilket förutsätter att avverkningsnivån inte får sjunka på sikt. Ett övergripande mål är också att skogarna ska hålla de naturvärden som krävs för att bibehålla biologisk mångfald (Skogsskötselhandboken 2001).

Ovanstående angivna mål upprätthålls genom en kedja av olika planeringsprocesser inom företaget och omfattar i korthet allt ifrån övergripande planering där åtgärder för avverkningsnivåer och naturvårdsrelaterade insatser fastställs till en mer detaljerad planering där beslut om enskilda händelser tas.

På SCA skog, Jämtlands förvaltning, vill man undersöka om det finns förbättringar att göra i kedjan från den långsiktiga planeringen som utförs på de olika distrikten till den mera operativa planeringen som sker inom produktionen. Detta har under en period diskuterats hos ledningen på förvaltningen samt även i ett senare skede kommit upp på möten med inblandade parter, t.ex. distriktschefer och produktionsledare (Källman, muntl., 2004).

1.2. SYFTE & MÅL

Som ett resultat av diskussionen på förvaltningen initierades denna studie som är inriktad mot förbättring av den operativa planeringen.

Studien består av fyra delar.

1. Att i en fallstudie kartlägga avverkningar ett år bakåt i tiden (år 2003) till avlägg (samlingspunkt för en eller flera drivningsenheter). För varje avlägg skall olika variabler samlas in för att kunna åskådliggöra hur verksamheten fortskridit under året.
2. Att, med hjälp av framtagna data i fallstudien, studera ett års verksamhet och om möjligt konstruera en alternativ plan för avverkningarna under samma år.
3. Att utifrån erfarenheterna i del 2 undersöka om det går att förbättra arbetssätt och arbetsrutiner som gör att planeringen blir effektivare samt att analysera de ekonomiska konsekvenserna av eventuella förbättringar och ge konkreta förbättringsförslag.
4. Undersöka i vilken utsträckning som uppskattad volym i planer och det verkliga utfallet skiljer sig och, om så är fallet, undersöka orsakerna till detta.

1.3. ALLMÄNT OM PLANERING

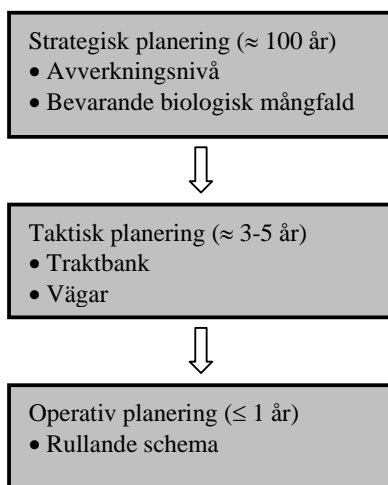
Det var inte för så många decennier sedan som maskinella avverkningar gjorde sitt inträde i skogsbruket och transporterna av virke började att gå på väg istället för att flottas i vattendragen. Utvecklingen har gått framåt i ett högt tempo, ny teknik och nya hjälpmedel utvecklas fortlöpande.

Modern informationsteknik är ett exempel på nya hjälpmedel som har bidragit till att förändra arbetssätten och gjort det möjligt att planera på helt andra villkor jämfört med tidigare. Datoriseringens framfart tillsammans med all annan teknikutveckling har lett till att organisationerna ser helt annorlunda ut idag jämfört med för ett tiotal år sedan. Färre personer verkar över större områden och timmarna ute i fält blir inte lika många som förut.

Det är egentligen ingen fundamental skillnad mellan skoglig planering och planering för andra syften. Det handlar i båda fallen om att förse beslutsfattaren med information så att han eller hon kan identifiera vilken väg som är bäst att gå. Skoglig planering har dock en del avvikande mönster. I skoglig planering finns det flera, och ibland motsatta mål. Den skogliga planeringen är komplicerad eftersom många olika processer pågår över stora arealer. Dessutom finns det ofta bara osäkra data att tillgå. Karaktäristiskt för skoglig planering är att den i hög grad kräver långsiktiga tidsramar, se Öhman (2001).

Det finns idag en handfull skogsindustriföretag som verkar i Sverige. Enligt Eriksson (2000) använder sig samtliga av samma grundläggande principer i den skogliga planeringen utifrån de planeringssystem som började utvecklas redan på 60-talet.

Det skogliga planeringssystemet indelas vanligtvis i en hierarkisk struktur som kan beskrivas i tre nivåer: 1)Strategisk, 2)Taktisk och 3)Operativ planering (Weintraub & Cholaký 1991, Davis & Martell 1993, Lämås 1996) (se fig. 1).



Figur 1. De tre nivåerna i planeringshierarkin.

I det följande presenteras i korthet innebörden av ovanstående angivna nivåer.

1) Strategisk planering

Den strategiska planeringen är övergripande med relativt låg upplösning och tidshorisonten är normalt minst 100 år (Ståhl m.fl. 1994). Det primära målet är vanligtvis att maximera nuvärdet på det virke som avverkas från skogen med restriktioner för uthålliga virkesuttag (Martell m.fl. 1998).

För svenska förhållanden är också målet att bevara den biologiska mångfalden jämförbart med produktionsmålet enligt skogsvårdslagen (1994). Ett relativt nyutvecklat verktyg för att kunna nå balans mellan biologisk mångfald och virkesproduktion är ekologisk landskapsplanering (ELP) (Törnqvist 1996). ELP:n utförs i samband med den övriga strategiska planeringen.

2) Taktisk planering

I den taktiska planeringen analyseras beståndregister och skogskartor, oftast med GIS om så är möjligt. Bestånd som täcker avverkningsvolymen för en period av 3–10 år väljs ut. Uttagsnivåerna grundar sig på den strategiska planeringen. Bestånd från de första åren av perioden inventeras i fält och det skapas ett register med trakter färdiga för åtgärd, en så kallad traktbank (Eriksson 2000).

I samband med den taktiska planeringen identifieras också behovet av nybyggnad och underhåll av vägar.

3) Operativ planering

Operativ planering är den del av planeringssystemet som har direkt effekt på verkligheten och är ett resultat av den strategiska planeringen, se Jacobsson (1986). Här samordnas åtgärder för alla de enskilda avdelningarna i skogsinnehavet inom ramen för de strategiska besluten (Ericson & Westerling 1981).

Planeringshorisonten överskrider sällan ett år, det vanligaste är ett rullande tremånaders schema med den första månaden som ”skarp”. Trakter väljs ut från traktbanken och utgör det rullande schemat (Eriksson 2000).

Planeringsteorier

Enligt Larsson (1994) kan i den operativa planeringen både en tidsrelaterad och en rumslig dimension urskiljas d.v.s. ett stort antal åtgärder utförs på flera olika platser i geografin vid olika tidpunkter beroende på ett optimalt val.

Tidsrelaterade dimensionen

Här skattas optimal åtgärdstidpunkt för enskilda avdelningar utan hänsyn till geografiska aspekter och de behandlas isolerat inom ramen för teorier om skötsel av enskilda bestånd, se Johansson & Löfgren (1985).

Rumsliga dimensionen

Här inkluderas även den geografiska samordningen av åtgärder. Hänsyn blir tagen till flyttningskostnader, vägbkostnader och andra faktorer som påverkar den geografiska samordningen (Larsson 1994).

Om en avvikelse ifrån det bästa skötselalternativet för en enskild avdelning blir gjord utifrån de två nämnda dimensionerna, kan den mätas i både förändrad virkesproduktion och i ekonomiska termer. I det senare fallet beräknas den förlust i nuvärde som uppstår till följd av ett icke optimalt handlande för ett skötselprogram. Förlusten brukar benämnas inoptimalförlust, se Larsson (1994). Inoptimalförlust är alltså differensen mellan nuvärdet vid optimalt handlingsalternativ för den enskilda avdelningen och nuvärdet för det aktuella skötselprogrammet.

Undersökningar har visat att det är ekonomiskt sett mer fördelaktigt att avverka områden som ligger geografiskt nära varandra jämfört med att avverka områden som ligger utspridda geografiskt (Baskent & Jordan 1991, Gustafsson m.fl. 2000) då kostnader för flytt- och väghållning blir lägre genom samordning. I en studie av Gustafsson (1998) visade sig vinsterna vid koncentration av avverkningar vara upp till 10 gånger så stora som förlusterna i form av ökade inoptimalförluster jämfört med om ingen hänsyn tas till trakternas geografiska belägenhet.

Det finns också andra fördelar med ökad koncentration för slutavverkade objekt. Redan vid traktplaneringen av objekten kan det finnas fördelar med att tillämpa kluster av objekt i närområdet. Efter traktplanering följer ofta taxering och i regel hinner taxeraren med fler än ett objekt om dagen under förutsättningen att det inte blir för långa avstånd mellan objekten. Ett annat exempel kan vara vinster i skogsvården efter avverkningar som är flyttkostnader vid markberedning och att efterföljande planteringar går att utföra mer rationellt.

1.4. PLANERINGSSYSTEM HOS SCA SKOG AB

Avverkningsberäkning

Det grundläggande data som används i planeringen hos SCA är deras egen företagstaxering. Data om virkesförråd och tillväxt ligger till grund för en avverkningsberäkning (AVB) som avgör hur mycket virke som kan tas ut från skogen uthålligt på 100 års sikt. I beräkningen är områden som av naturvårdsskäl ej skall brukas, borträknade. Dessa områden ingår i den ekologiska landskapsplanen. Taxeringen görs med 7-10 års intervall och skogshushållningens inriktning anpassas till förändrat skogstillstånd, ny kunskap etc. Resultatet blir förvaltningsvisa uttagsnivåer & huggningsformer fördelat på sortiment 10 år framåt (Skogsskötselhandboken 2001).

Ekologisk landskapsplanering

För att bibehålla den biologiska mångfalden görs en ekologisk landskapsplanering (ELP). Planerna grundas på resultatet av den naturvärdesinventering som gjorts i samband med nyindelning och efterföljande nyckelbiotopsinventeringar. Enligt Söderholm (2002) går bestånd som ingår i ELP:n att beskåda i ett GIS. I samband

med varje ny AVB ses planerna över och kan ändras om det exempelvis har upptäckts nya nyckelbiotoper eller om ny kunskap gör att en omprövning av tidigare beslut kan bli aktuellt (Skogsskötselhandboken 2001).

Långsiktsplanering

Med AVB:n som underlag fördelas de förvaltningsvisa volymerna mellan distrikten så att dessa har en korrekt avverkningsmängd. Detta arbete utförs av skötselchefen på förvaltningen. På distriktet blir en långsiktsplanering (LSP) gjord där avdelningar motsvarande en ungefärlig tioårsmängd väljs ut för att ingå i periodens avverkningsplaner. Urvalet sker från avdelningsregistret (Skoglig Analys, SA) där samtliga avdelningar på SCA:s mark finns beskrivna och baseras på kvoten av årlig tillväxt och virkesförrådet i avdelningen (Pv%). Avdelningar med låg Pv% är mest angelägna att avverka. Andra viktiga saker som tas hänsyn till vid avverkning är ålder, fördelning på gallring och slutavverkning, vägnätets bärighet och variationen under olika årstider, naturhänsyn, gödslingsplanering och geografisk koncentration.

Det rekommenderas att LSP:n aldrig tillåts krympa under 7 års framförhållning samt att den förnyas minst vart 5:e år. I samband med LSP:n bör också nya vägar detaljplaneras med 6-7 års framförhållning (Skogsskötselhandboken 2001).

LSP:n utförs idag i Skogs-GIS, som nyligen införts på alla distrikt.

Traktplanering

Med LSP:n som underlag sker sedan på distriktet en traktplanering. Det går ut på att skapa minst 3 årsmängder med avverkningstrakter som skall utgöra underlag för drivningsplaneringen. Utvalda trakter checkas ut från en kartserver (Tp-storage) som är gemensam för hela SCA skog och sparas i en traktplaneringsutrustning. Utrustningen består av en dator med ett traktplaneringsprogram (TP), en modifierad version av Arc View 3.2, och GPS. Utrustningen tas med ut i fält där beslut blir tagna om avgränsning av objekt, avverkningsmetod, naturhänsyn, återväxtplanering och taxering.

Den färdigplanerade trakten blir till en eller flera drivningsenheter. Orsaken till att det kan bli flera drivningsenheter av en trakt beror på att en drivningsenhet måste vara homogen (efter vissa specificerade kriterier) med avseende på virkesförråd, trädslagsblandning, utvecklingsgrad och allmänna drivningsförutsättningar (Skogsskötselhandboken 2001). Allteftersom drivningsenheter blir färdigplanerade och taxerade återförs de till kartservern och till drivningsplaneringsservern (DP-rutinen).

Virkesköparna på förvaltningen köper rotposter (trädköp) under året, dessa planeras efter samma rutiner och läggs in i samma system. På så vis integreras rotposterna med den övriga planeringen och kan avverkas vid lämplig tidpunkt.

Drivningsplanering

Det finns ett årsåtagande på förvaltningen där man sätter upp ett mål att på egen skog skall en viss procent vara slutavverkning respektive gallring. Dessutom vill man

genom trädköp få in en viss volym över året för att kunna leverera virke enligt årsåtagandet utan att överavverka på egen skog. En resursplan med volymer för nästkommande år skapas av produktionschefen på förvaltningen. Resursplanen bygger på beställda volymer och budgetförutsättningar och fördelas på produktionsledare och avverkningslag (Andersson, muntl, 2004).

Med resursplanen som underlag skapar produktionsledaren i oktober varje år en drivningsplan för sina avverkningslag som i stora drag skall gälla för hela nästkommande år. Planen styrs efter årstider och i viss mån sortiment.

Avverkningslagen kontrakteras på en volym, man budgeterar dessutom för ett litet överskott (spotmarknad) så att man kan ta in ett extra avverkningslag vid behov. Med hjälp av DP-rutinen kan produktionsledaren plocka ihop en lämplig mix av objekt. Ett annat hjälpmedel är DP-GIS, traktbanken i Arc View 3.2, som är kopplad till DP-rutinen där samtliga återförda färdigplanerade trakter kan ses som ett punktskikt i GIS:et, förutsättningarna att kunna överskåda de tillgängliga trakterna blir bättre (Hansson, muntl, 2004).

Tidigare nämnda planeringssteg har varit kopplade mot distrikten men i drivningsplanen är gränserna flytande och produktionsledarna kan i princip verka över hela förvaltningen.

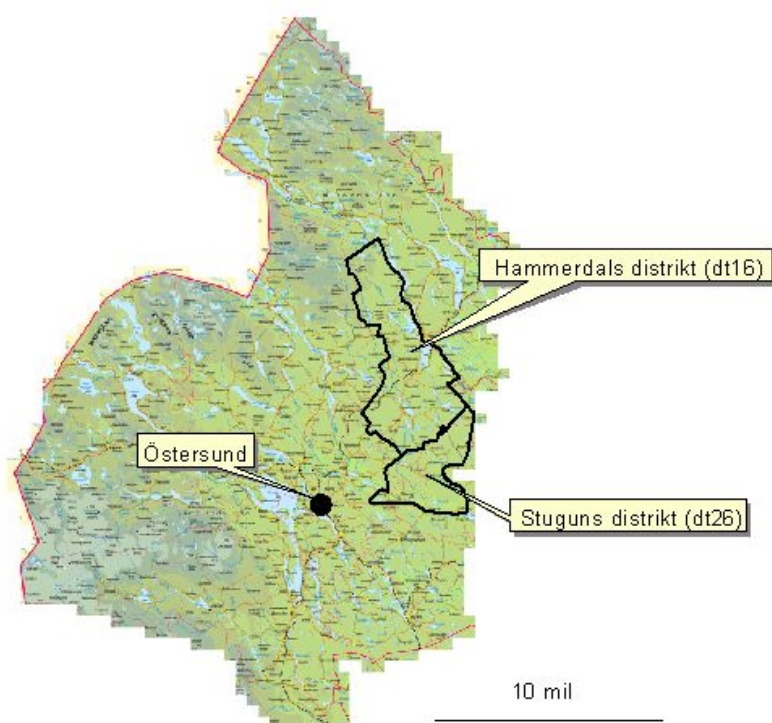
Produktionsplanering

Utifrån drivningsplanen skapas sedan produktionsplanen som gäller en månad framåt för avverkningslagen. Produktionsplanen följer drivningsplanen i stort men kan ändras p.g.a. oförutsedda händelser såsom ändrade beställningar eller att det verkliga utfallet från utförda avverkningar skiljer sig från den volym som planen baserats på (Benjaminsson, muntl, 2004).

2. GENOMFÖRANDE OCH METOD

2.1. GENOMFÖRANDE

Studieområdet är beläget ca 5 mil nordöst om Östersund och består av två distrikt. Hammerdals distrikt (dt16) är avlångt och täcker en yta av ca 2320 km² i främst nord-sydlig riktning. Stuguns distrikt (dt26) är geografiskt sett mindre och mera välarronderat och täcker en yta av ca 1050 km², (se fig. 2).



Figur 2. De två distriktens placering i Jämtland, grova linjer är distriktens yttergränser.

Arbetet har till viss del utförts hos SCA skog, Jämtlands förvaltningskontor, där data och datarutiner funnits tillgängliga vilket var en förutsättning för att kunna genomföra del 1 i studien.

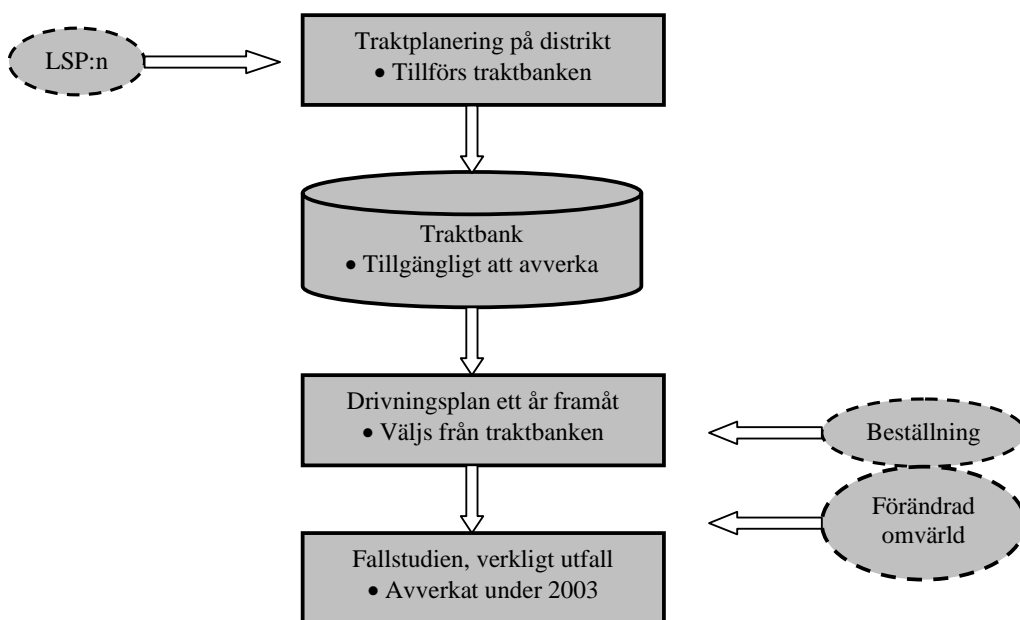
De datarutiner som tillämpats är följande;

- Skogs systemområden, ett dosbaserat program som är specifikt framtaget för SCA i början av 80-talet där alla skogliga data hanteras.

- Forest products på internet, webfibern, där det går att hämta information om avlägg m.m.
- Dp-gis, ett Arc View 3.2 baserat hjälpmedel för produktionsledare att kunna överblicka tillgängliga trakter för sin drivningsplanering.
- GIS programmet Arc View 3.2 som ett verktyg för analyser av insamlade data.

Initialt gjordes en genomgång av adekvat litteratur och under det fortlöpande arbetet har personal vid SCA skog AB, Jämtlands förvaltning bidragit med kompletterande uppgifter. Variabler från varje enskilt avlägg insamlades och sammanställdes manuellt i en excelfil. Definitioner på använda variabler redovisas i bilaga 1.

I nedanstående figur beskrivs de olika planeringsstegen från långsiktsplanering och traktplanering till drivningsplanen ett år framåt inom distriktet (se fig. 3). Observera att flödesschemat i figuren är den generella arbetsrutinen inom organisationen med undantag av fallstudien.



Figur 3. Planeringssteg som berörs av studien, med tyngdpunkten lagd på fallstudien och hur de andra processerna påverkar/påverkas.

2.2. METOD

2.2.1. Avverkningar ett år bakåt – fallstudien

Bell (1999) skriver att fallstudier är särskilt lämpliga för forskare som arbetar på egen hand, eftersom de rymmer möjligheten att på djupet studera en avgränsad aspekt av ett problem under en begränsad tidsrymd.

I korthet kan här sägas att metoden går ut på att på ett systematiskt sätt samla in informationen. Man studerar således relationer mellan olika variabler. När det gäller fallstudier utesluter man inget speciellt tillvägagångssätt utan väljer de insamlingsmetoder som passar den.

En fallstudie genomfördes vilken inkluderade samtliga avverkningar som skett under år 2003 på de två distrikten. Avverkningarna är spårade bakåt till avlägg, det innebär att flera drivningsenheter och därmed avverkningstrakter kan ingå i ett avlägg.

Omfattningen på insamlade data är större på ett av distrikten. På båda distrikten går det att följa enskilda maskinlag, deras förflyttningar och avverkningar inom distrikten över året. För ett av distrikten finns också möjligheter att följa upp vilka volymer (m^3) fördelat på sortiment som blev uppskattade i planer innan avverkning samt det verkliga utfallet som blev inmätt vid industri. För ett distrikt är även data på taxeringsår, utbytesmetod, medelstam, terrängbärighet och vägbeskrivning insamlade för samtliga drivningsenheter i det avsedda distriktet. Insamlat data fick utgöra underlag för vidare analyser.

Frågeställningar som fallstudien skulle besvara var:

1) Vilka trakter har blivit avverkade (koncentrationsaspekter)? Genom att lista samtliga utförda avverkningar var tanken att man skulle kunna undersöka hur koncentrationen av avverkningar över året sett ut på de två distrikten.

2) I vilken ordning är trakterna avverkade, tidsmässigt över året (onödiga flyttkostnader)? Genom att undersöka ordningsföljden på avverkningar över året var tanken att man skulle kunna undersöka om det uppstår onödiga flyttkostnader av avverkningsmaskiner på de avverkningar som blev utförda under året.

3) Vilken produktionsledare samt vilka maskinlag avverkade respektive trakter (möjlighet att följa upp enskilda händelser)? Det är flera produktionsledare som har hand om många maskinlag i avverkningar på de två distrikten och det var därför viktigt att bryta ner fallstudien på enskilda maskinlag. Detta för att kunna undersöka hur enskilda maskinlag flyttat under året.

4) Hur överensstämmer utfallet med planer (om dåligt, varför och hur påverkar det)? Genom att i fallstudien undersöka vilka volymer som beräknas falla ut vid varje avlägg i planen och jämföra det mot vad som blev inmätt vid industri får man en volymdifferens. Om den differensen är stor på enskilda avlägg kan det förstöra den upprättade planen för enskilda maskinlag vilket gör att omkastningar i planen blir nödvändiga.

Genom att ta med dessa variabler i fallstudien var tanken att man kan (om det visar sig vara stora differenser) undersöka vad dessa beror på och hur de påverkar planerna. I tab. 1 redovisas ett urval av de variabler som funnits tillgängliga och som utgjort underlag för jämförelser.

Tabell 1. Exempel på tillgängliga data om uppskattad volym i plan och volym inmätt vid industri fördelat på sortiment för fyra olika avlägg (m^3f). (Tt = Talltimmer, Gt = Grantimmer, Tm = Tallmassa, Gm = Granmassa).

Avlägg Volym i plan							Volym inmätt vid industri						
Id-nr	Totalt	Tt	Gt	Tm	Gm	Löv	Totalt	Tt	Gt	Tm	Gm	Löv	
16594	5208	301	2219	158	2355	175	5137	412	2451	188	1916	170	
16858	4458		2492		1919	47	3079		1888	19	1154	18	
16859	538		225		269	44	577		326		234	17	
16860	112		2		100	10	318		107	1	187	23	

2.2.2. Alternativ operativ plan

Som nämnts tidigare så jobbar produktionsledare över distriktsgänserna. Detta leder till att många olika avverkningslag kan vara på samma distrikt och avverka. I föreliggande fallstudie ingick totalt 14 avverkningslag i avverkningar inom de två distrikten. Med utgångspunkt från det verkliga utfallet av volymer i fallstudien skapades manuellt en alternativ plan för fyra olika avverkningslag.

Den frågeställning som den alternativa planen skulle besvara var:

1) Fanns andra avverkningstrakter att tillgå som låg bättre till (som skulle kunna avverkas under samma förutsättningar)? Tanken bakom denna frågeställning var att undersöka om det fanns alternativa trakter att avverka utifrån det verkliga utfallet i fallstudien och därmed kunna påvisa eventuell förbättringspotential.

Dessa förbättringar skulle kunna uppnås genom byten av avverkningstrakter mellan avverkningslag, byten mellan avverkade trakter och befintlig traktbank eller byten mellan avverkade trakter och en konstruerad traktbank (se 2.2.3.).

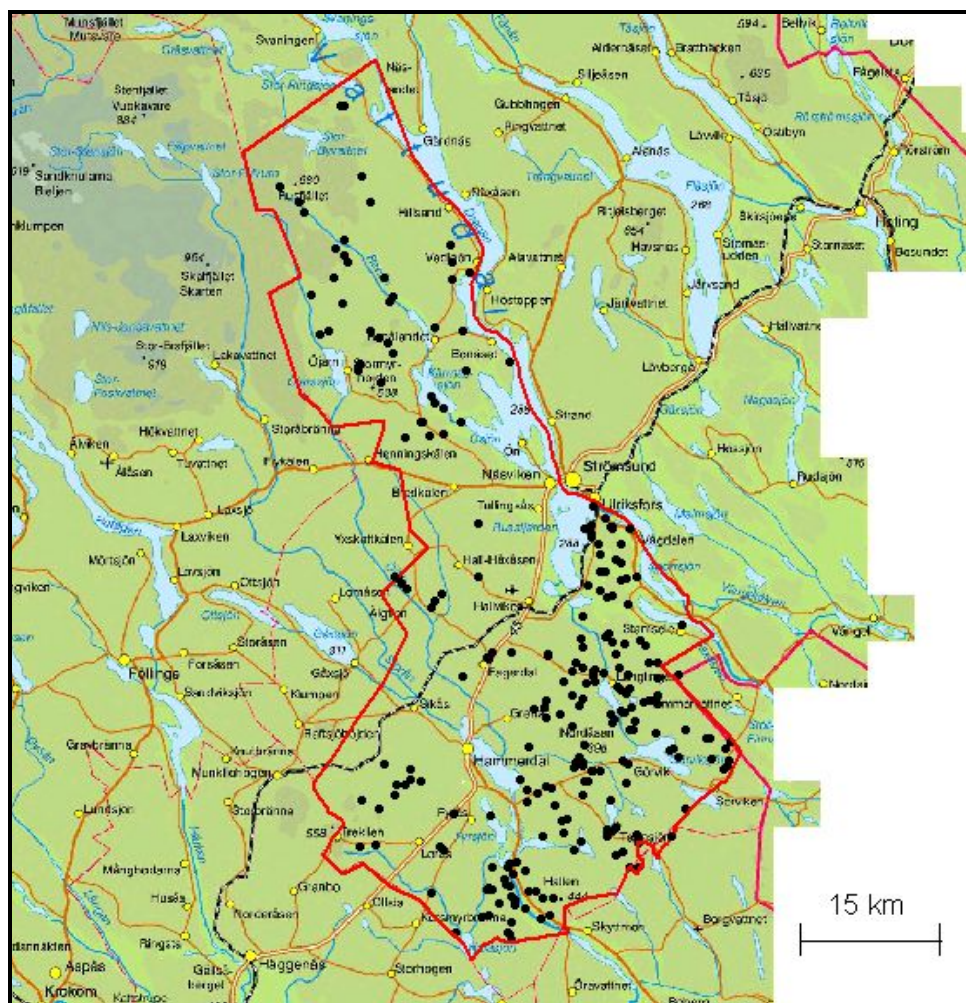
Därefter jämfördes hur koncentrationen av avverkningar i den alternativa planen förändrats i jämförelse med koncentrationen i den verkliga planen för de fyra undersökta avverkningslagen. Detta för att undersöka om eventuella förbättringar skulle ha kunnat medföra minskade flyttkostnader av avverkningsmaskiner samt skapa en bild av hur andra faktorer såsom flyttar av markberedningsmaskiner, kommande planteringar m.m. skulle ha förändrats som en följd av den alternativa planen.

Jämförelsen är begränsad till dt 16 (se fig. 2), där de variabler som var nödvändiga för att genomföra jämförelsen har sammanställts. Detta innebär också att det inte är någon totalanalys av varje enskilt avverkningslag eftersom de någon gång under året har flyttat ut från distriktet för att avverka på ett annat distrikt.

2.2.3. Konstruerad traktbank

Den alternativa planen baseras på val av avverkningstrakter från en konstruerad traktbank. De trakter som fanns tillgängliga för avverkning i början av 2004 tillsammans med de trakter som avverkats 2003 fick utgöra total tillgänglig traktbank.

Tillsammans skapar dessa en större mängd med tillgängliga trakter än vad som fanns tillgängligt då den verkliga planen upprättades. Detta motiveras av att ett stort antal av de trakter som gjorts tillgängliga genom inventering år 2003 faktiskt har avverkats redan detta år. Det bedömdes som omöjligt att reda ut när en ny trakt gjorts tillgänglig under året och därmed helt återskapa den verkliga planeringssituationen. Det bedömdes då mer relevant att utgå från en något större traktbank, d.v.s. en som innehöll både de trakter som var tillgängliga i början av 2003 och de trakter som gjorts tillgängliga under året (fig. 4).



Figur 4. Konstruerad traktbank med tillgängliga trakter i början av 2004 tillsammans med avverkade trakter 2003. Punktskiktet visar de 292 drivningsenheterna på dt 16.

2.2.4. Restriktioner vid jämförelser mellan verklig/alternativ plan

För att eftersträva en verklighetsförankring i den alternativa planen användes sex restriktioner för att eventuella byten av trakter skulle vara möjliga. Nedan följer en beskrivning av varje restriktion som tillämpats i den alternativa planen. Punkt 1-3 är

information som funnits att tillgå inom förvaltningen och punkt 4-6 är framtagna och konstruerade för den avsedda fallstudien.

1. Rätt medelstam för rätt maskinsystem;
- Stor maskin $> 0.20 \text{ m}^3$
 - Medelstor maskin $< 0.20 \text{ m}^3$

I enstaka fall kan emellertid denna restriktion överskridas. Sådan fall är när en trakt angränsar till en annan och det går att undvika en flytt kan stor maskin ta en något mindre medelstam och medelstor maskin ta en något större medelstam (Hansson, muntl, 2004).

2. En flytt uppkommer när ett maskinlag flyttar >10 km.

Flytten av ett maskinlag (skördare & skotare) görs oftast med trailer. Är flytten inom samma vägsystem kan de ibland för egen maskin "hjula" uppemot 1 mil. Avståndet som de hjular beror också på hur nära tillgänglig en trailer finns. Kortare avstånd till trailer leder till mindre egna förflyttningar (Eriksson, muntl, 2004). I vissa fall har en flytt uppkommit trots att det är mindre än 10 km mellan avläggen. En visuell bedömning har gjorts i Arc View 3.2 för varje flytt och det viktiga i sammanhanget har varit att göra samma bedömningar för verklig- och alternativ plan.

- ### 3. Rätt årtid med hänsyn tagen till terrängbärighet och vägbeskrivning.

Tabell 2. Årstider som avverkning är genomförbar.

	Vinter	Vår/höst	Sommar
Terrängbärighet*	<=5	<=3	<=3
Vägbeskrivning*	<=D	<=B	<=C

* För definitioner på terrängbärighet och vägbeskrivning, se bilaga 1.

De trakter som ingår i den verkliga planen och är avverkade "fel årstid" (enligt denna definition) kan också i den alternativa planen bli avverkade "fel årstid".

4. Inga nytillkomna träd köp kan ingå i den alternativa planen.

Detta beror på att det inte finns någon garanti för att trädköp tillkommer i traktbanken.

5. Samma uppskattade volymer i den verkliga planen fördelat på sortiment nedbrutet till enskilda maskinlag skulle falla ut i den alternativa planen. +/- 15 % över året.

Genom att dela upp uppskattade volymer i verklig plan för varje maskinlag på vinter, vår, sommar, höst och vinter och efterlikna det i den alternativa planen erhöles också en jämnhet över årstiderna.

6. Byten av trakter tillåts inte med avverkningslag som ej är med i jämförelsen.

2.3. KOSTNADER FÖRKNIPPADE MED PLANERINGEN

Om det går att se någon förbättringspotential i de tidigare stegen skulle man kunna försöka att värdera dessa i kronor. I föreliggande studie riktas emellertid inte fokus mot den typen av frågeställningar.

2.3.1. Flyttkostnader vid avverkning

Kostnaden för att traila ett maskinlag ligger någonstans mellan 4500 – 5500 kronor. Alternativt kan man säga att trailerkostnaden är 600 kr/h och de transporterar med en hastighet av 40 km/h (Eriksson, muntl., 2004). I detta arbete är en schablon satt för kostnaden att flytta ett maskinlag till 5000 kronor.

2.3.2. Flyttkostnader vid markberedning

I den efterföljande skogsvården skall de flesta trakter som slutavverkats markberedas. För markberedaren gäller ovan nämnda förutsättningar med undantaget att det rör sig om en maskin. Eventuella påvisade förbättringar kommer i detta arbete endast att redovisas i procent.

2.3.3. Övriga merkostnader

I samband med planeringen blir arbetet effektivare om de slutavverkade trakterna som skall planteras under året finns i närheten av varandra. Effektiviteten ligger i att plantupplag kan samlas på ett och samma ställe i anslutning till trakter som skall planteras, transporter av plantor och plantörer kan minimeras och plantvården kan skötas på ett mer rationellt vis.

3. RESULTAT

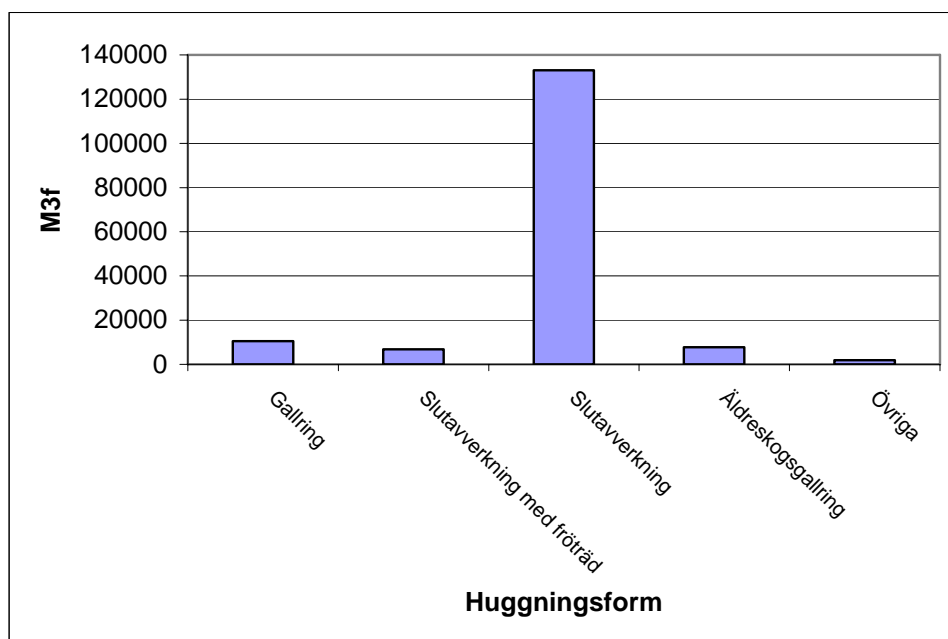
3.1 FALLSTUDIEN

Här redovisas resultat på de frågeställningar som skulle besvaras av fallstudien.

3.1.1. Avverkat under året

Totalt 84 drivningsenheter blev avverkade på dt 16 under 2003. Virket från dessa blev

upplagda på 74 olika avlägg. Den uppskattade volymen i planerade objekt var totalt 160 101 m³f.



Figur 5. Uppskattad volym i drivningsplanerade objekt fördelad på huggningsformer, distrikt 16 under år 2003.

Av dessa blev totalt nio olika drivningsenheter fördelade på sex olika avlägg avbrutna innan avverkningen var slutförd.

Tabell 3. Avbrutna avverkningar på distrikt 16 under år 2003.

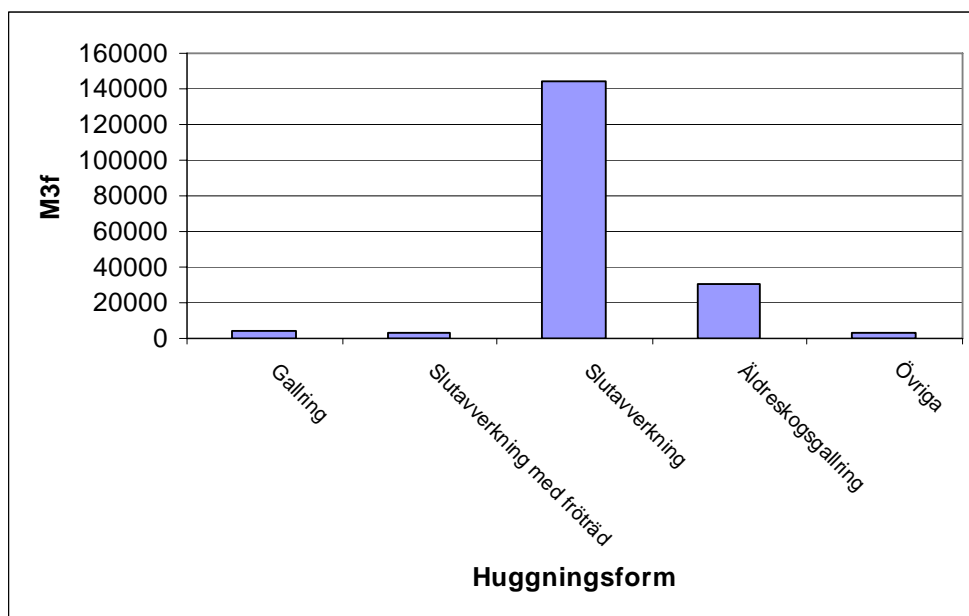
Årstid	Andel avverkat		
Avverkat	Rekommenderad*	%	Orsak
Vår	Sommar	0,11	Stenigt, måste vara mer snö
Höst	Sommar	0,23	Okänd
Vinter	Sommar	0,36	Okänd
Höst	Vår/höst	0,36	Okänd
Höst	Vinter	0,64	För blött
Vinter	Sommar	0,69	Brant & mycket snö

*Rekommenderad årstid motsvaras av lämplig årstid med hänsyn till terrängbärighet och vägbeskrivning.

Där orsaken till avbrott i avverkning är känd är det främst svåra drivningsförhållanden som är anledningen till avbrottet. En drivningsenhet är avverkad under direkt olämplig årstid där den rekommenderade är vinter men avverkningen är utförd under höst.

Totalt 105 drivningsenheter blev avverkade på dt 26 under 2003. Virket från dessa

landades på 85 olika avlägg. Den uppskattade volymen i planerade objekt var totalt 185 981 m³f.



Figur 6. Uppskattad volym i drivningsplanerade objekt fördelad på huggningsformer, distrikt 26 under år 2003.

Av dessa blev totalt två olika drivningsenheter avbrutna innan avverkningen var slutförd.

Tabell 4. Avbrutna avverkningar på distrikt 26 under år 2003.

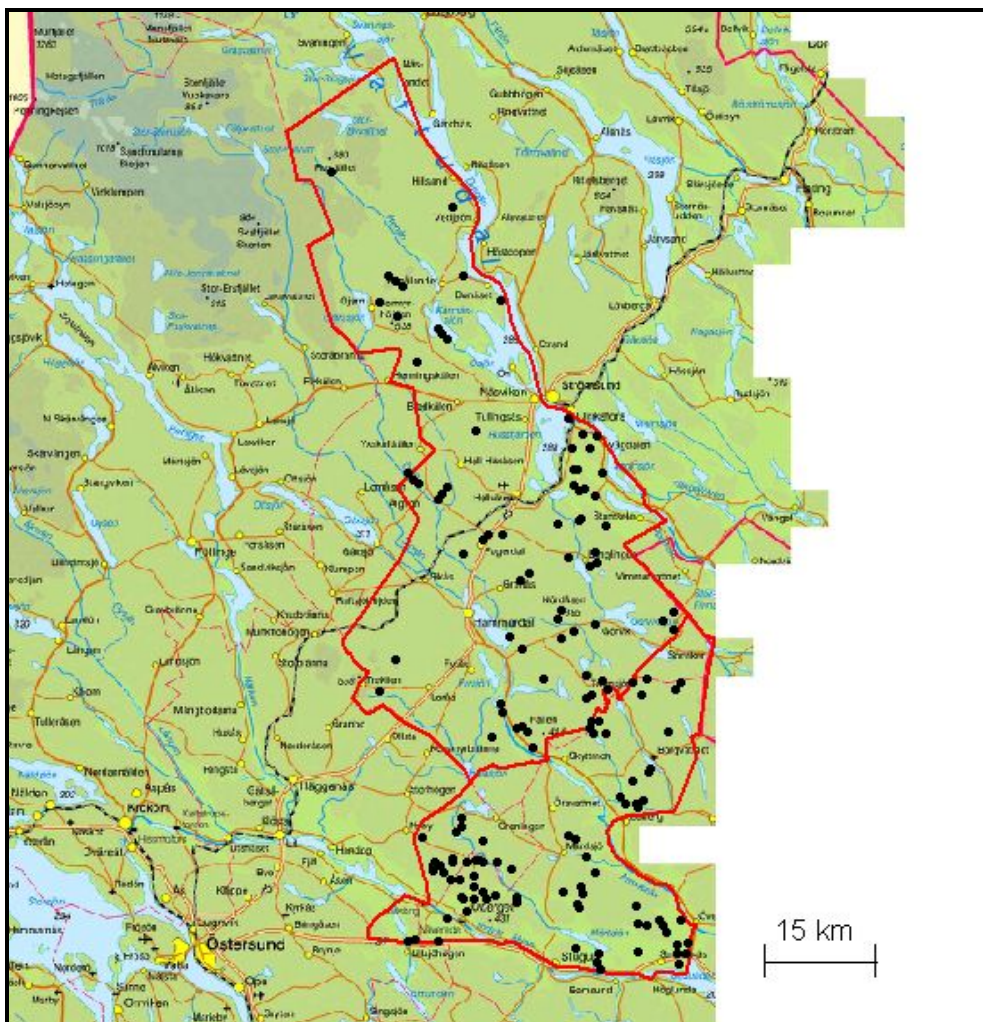
Årstid	Andel avverkat		
Avverkat	Rekommenderad*	%	Orsak
Vår	Okänd	0,57	Vårtrakt plan. Våren 04
Vår	Okänd	0,6	Plan sommaren 04

*Rekommenderad årtid motsvaras av lämplig årtid med hänsyn till terrängbärighet och vägbeskrivning.

P.g.a. brist på data går det ej att säga något om orsakerna till varför dessa två trakter blev avbrutna.

3.1.2. Avverkningars geografiska belägenhet

För att skapa en överblick hur det sett ut under året och därmed besvara frågeställning 1 (se 2.2.1.) konverterades excelfilen om till en dbf-fil, importerades in i Arc View 3.2 och illustrerades som ett punktskikt. (se fig. 7).

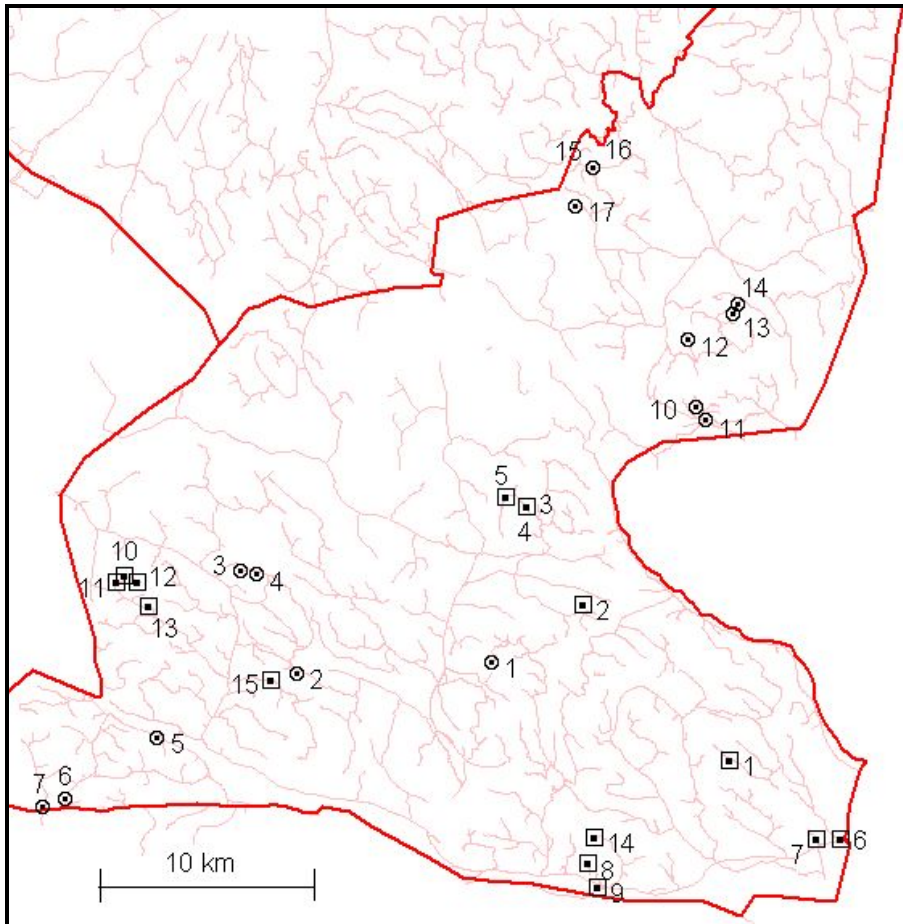


Figur 7. Avverkat på dt 16 & 26 under år 2003. Illustrerat som ett punktskikt där varje punkt visar ett avlägg, totalt 159 st.

3.1.3. Ordningsföljden på avverkningar

I studien skulle det också illustreras i vilken ordning som olika avlägg blivit avverkade kopplat till enskilda produktionsledare och avverkningslag. Detta gör det möjligt att följa upp enskilda händelser som exempelvis när ett maskinsystem flyttats och vilka konsekvenser det i sin tur ger upphov till (fig. 8).

I nedanstående figur visas ett exempel på två olika maskinlags förflyttningar inom ett distrikt under år 2003. De kvadratiske markeringarna är ett maskinlag och de runda markeringarna ett annat maskinlag. Siffrorna i anslutning till markeringarna står för ordningsföljden på de olika avverkningarna.



Figur 8. Punktskiktet illustrerar enskilda avlägg. Ett exempel på två olika avverkningslag, deras förflyttningar samt ordningsföljden under år 2003.

3.2. VERKLIG- & ALTERNATIV PLAN – JÄMFÖRELSE

Här redovisas resultatet av en jämförelse mellan en alternativ plan och verkligt utfall under år 2003. Som tidigare framskrivits är syftet att undersöka om det funnits möjlighet att minska antalet flyttar utan att påverka volymutfallet för fyra av de totalt fjorton avverkningslag som var verksamma inom de två distrikten under året.

Jämförelsen nedan avser 4 maskinlag med delvis olika egenskaper. Maskinlagen är numrerade från 1 – 4 enligt följande;

	<u>Beteckning</u>	<u>Föredragen medelstam</u>
Maskinlag 1	Stor	$> 0.20 \text{ m}^3$
Maskinlag 2	Stor	$> 0.20 \text{ m}^3$
Maskinlag 3	Medelstor	$< 0.20 \text{ m}^3$
Maskinlag 4	Medelstor	$< 0.20 \text{ m}^3$

3.2.1. Maskinlag 1

I jämförelsen för maskinlag 1 redovisas först den volym som enligt resultaten från traktplaneringen borde ha fallit ut från de drivningsenheter som verkligen avverkats under 2003. Därefter redovisas den volym som enligt resultaten från traktplaneringen borde ha fallit ut från de drivningsenheter som skulle ha avverkats enligt den här föreslagna alternativa planen.

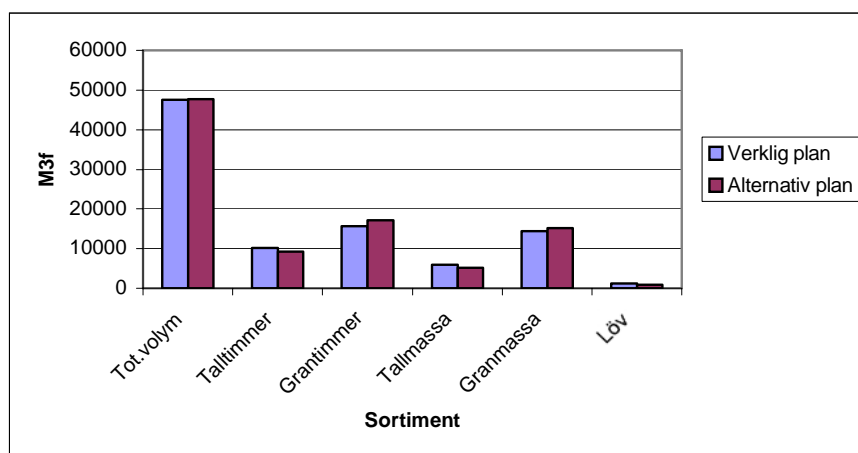
Tabell 5. *Verkliga planens uppskattade volymer fördelat på årstider och sortiment.*

Årstid	Tot.volym	Talltimmer	Grantimmer	Tallmassa	Granmassa	Löv
Vinter	20995	1444	9178	821	8763	789
Vår/höst	14586	3191	5265	1821	4043	266
Sommar	11965	5591	1229	3349	1599	197
Totalt	47546	10226	15672	5991	14405	1252

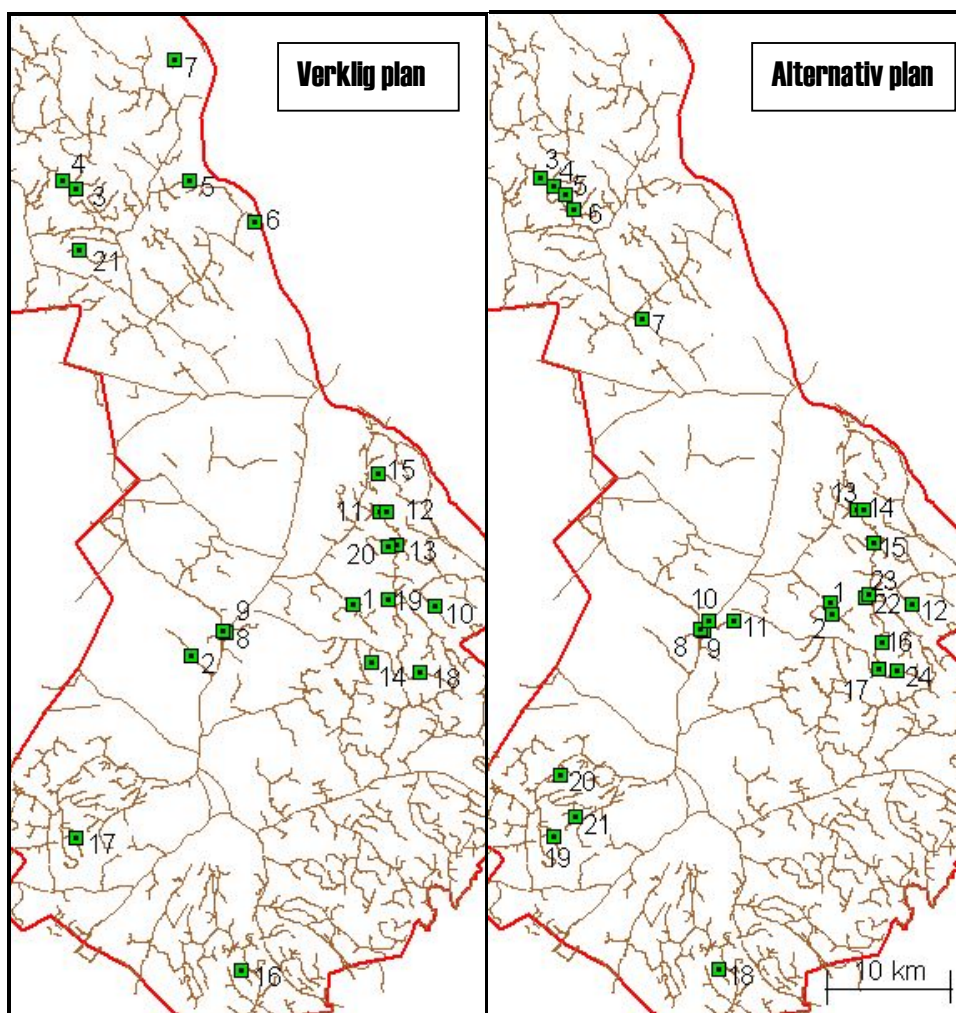
Tabell 6. *Alternativa planens uppskattade volymer fördelat på årstider och sortiment.*

Årstid	Tot.volym	Talltimmer	Grantimmer	Tallmassa	Granmassa	Löv
Vinter	21030	1736	9401	1009	8282	602
Vår/höst	15060	2625	5939	1385	4834	277
Sommar	11581	4855	1825	2808	2007	86
Totalt	47671	9216	17165	5202	15123	965

Den viktigaste skillnaden (ca 13 % över året) mellan verklig- och alternativ plan var den skattade volymen tallmassa.



Figur 9. *Jämförelse av uppskattad volym i verklig- och alternativ plan*



Figur 10. Förflyttningar av ett stort maskinsystem samt ordningsföljden i verklig- och alternativ plan. Siffrorna i figuren ovan motsvarar i vilken ordning trakterna blivit avverkade.

Som en följd av den alternativa planen i figuren ovan skedde fyra byten mellan avverkningslag, fem byten mellan faktiskt avverkat och tillgänglig traktbank samt två byten mellan faktiskt avverkat och konstruerad traktbank.

Tabell 7. Jämförelse mellan verklig- och alternativ plan.

	Antal avlägg	Antal flyttar	Medelstam
Verklig plan	21	14	0.225
Alternativ plan	24	9	0.263

Som framgår av ovanstående tabell var i den alternativa planen antalet flyttar lägre och den avverkade medelstammens volym var något högre.

3.2.2. Maskinlag 2

I jämförelsen för maskinlag 2 redovisas först den volym som enligt resultaten från traktplaneringen borde ha fallit ut från de drivningsenheter som verkligen avverkats under 2003. Därefter redovisas den volym som enligt resultaten från traktplaneringen borde ha fallit ut från de drivningsenheter som skulle ha avverkats enligt den här föreslagna alternativa planen.

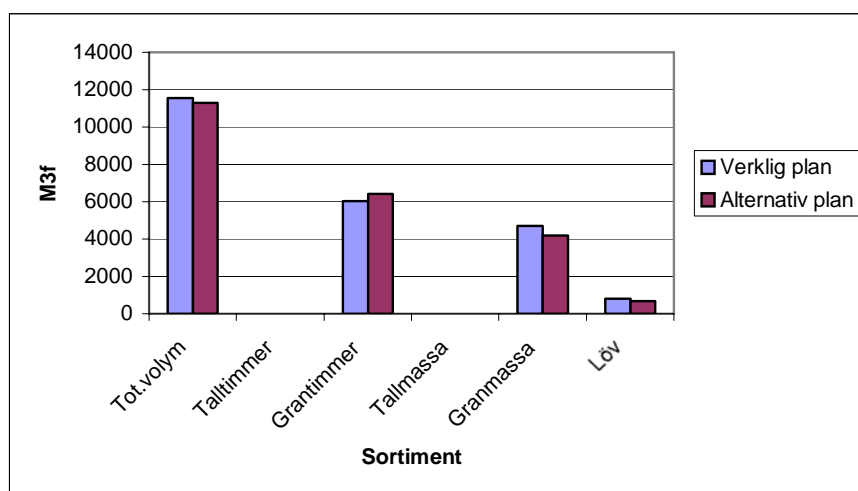
Tabell 8. *Verkliga planens uppskattade volymer fördelat på årstider och sortiment.*

Årstid	Tot.volym	Talltimmer	Grantimmer	Tallmassa	Granmassa	Löv
Vinter	5303		2675		2271	357
Vår/höst	6258		3373		2441	444
Totalt	11561		6048		4712	801

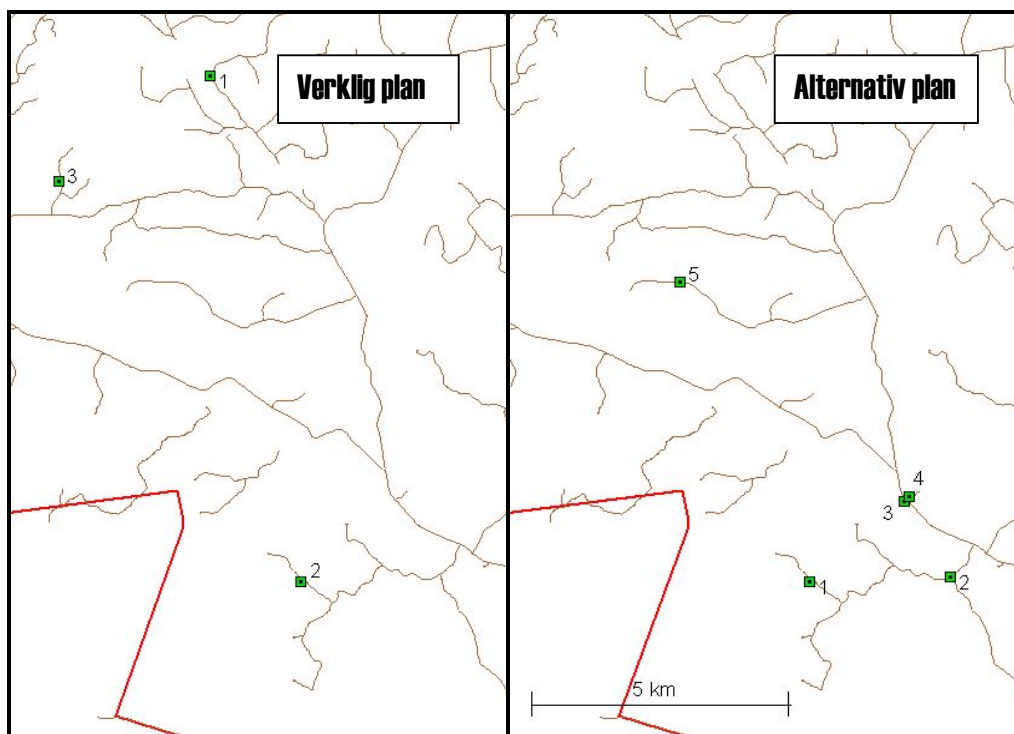
Tabell 9. *Alternativa planens uppskattade volymer fördelat på årstider och sortiment.*

Årstid	Tot.volym	Talltimmer	Grantimmer	Tallmassa	Granmassa	Löv
Vinter	3466		1678		1489	299
Vår/höst	7820		4741		2703	376
Totalt	11286		6419		4192	675

Den viktigaste skillnaden (ca 11 % över året) mellan verklig- och alternativ plan var den skattade volymen granmassa.



Figur 11. *Jämförelse av uppskattad volym i verklig- och alternativ plan under året.*



Figur 12. Förflyttningar av ett stort maskinsystem samt ordningsföljden i verklig- och alternativ plan. Siffrorna i figuren ovan motsvarar i vilken ordning trakterna blivit avverkade.

Som en följd av den alternativa planen i figuren ovan skedde ett byte mellan avverkningslag samt 3 byten mellan faktiskt avverkat och konstruerad traktbank.

Tabell 10. Jämförelse mellan verklig- och alternativ plan.

	Antal avlägg	Antal flyttar	Medelstam
Verklig plan	3	2	0.21
Alternativ plan	4	1	0.21

Sammanfattningsvis kan här sägas att antalet maskinflyttar minskade med avseende på den alternativa planen.

3.2.3. Maskinlag 3

I jämförelsen av maskinlag 3 redovisas först den volym som enligt resultaten från traktplaneringen borde ha fallit ut från de drivningsenheter som verkligen avverkats under 2003. Därefter redovisas den volym som enligt resultaten från traktplaneringen borde ha fallit ut från de drivningsenheter som skulle ha avverkats enligt den här föreslagna alternativa planen.

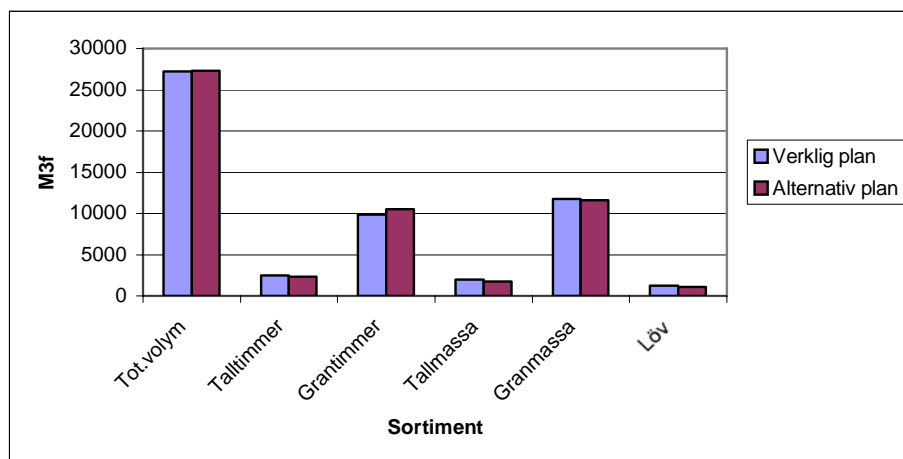
Tabell 11. *Verkliga planens uppskattade volymer fördelat på årstider och sortiment.*

Årstid	Tot.volym	Talltimmer	Grantimmer	Tallmassa	Granmassa	Löv
Vinter	8233	372	3787	258	3506	310
Vår/höst	10324	1321	3272	960	4242	529
Sommar	8655	761	2769	721	3994	410
	27212	2454	9828	1939	11742	1249

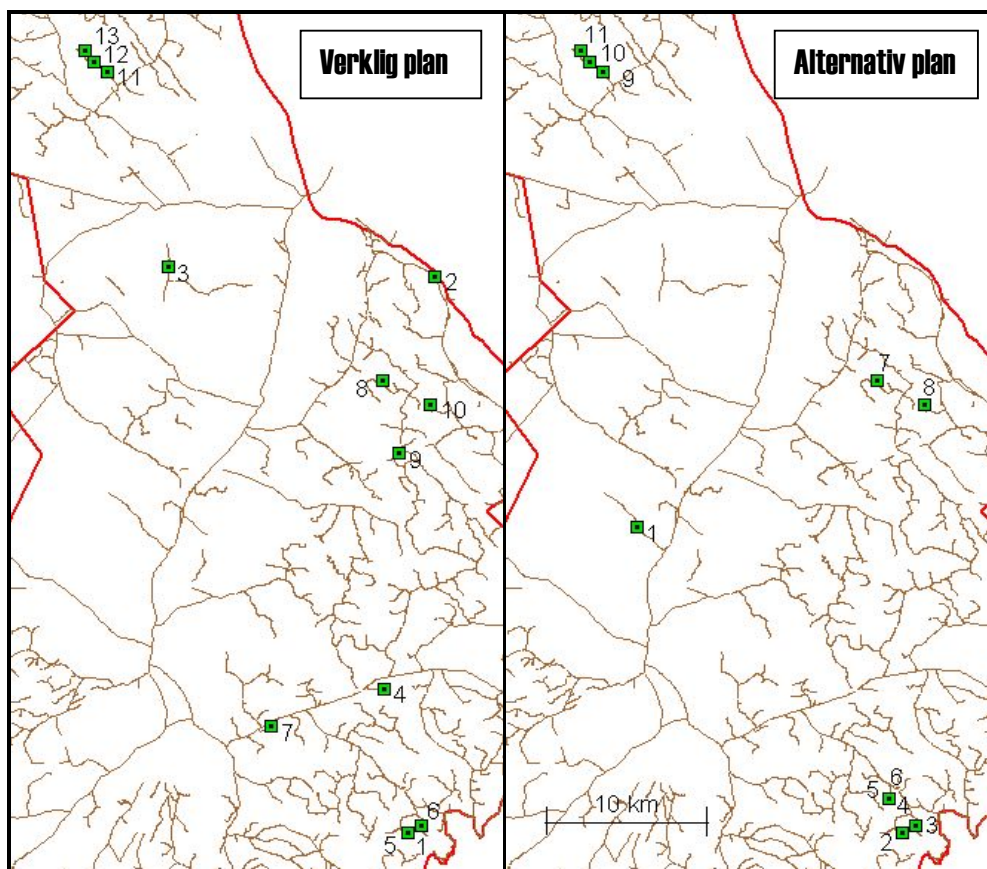
Tabell 12. *Alternativa planens uppskattade volymer fördelat på årstider och sortiment.*

Årstid	Tot.volym	Talltimmer	Grantimmer	Tallmassa	Granmassa	Löv
Vinter	7823	301	3834	158	3355	175
Vår/höst	10203	1525	3230	1203	3913	332
Sommar	9292	517	3459	385	4335	596
	27318	2343	10523	1746	11603	1103

Den viktigaste skillnaden (ca 10 % över året) mellan verklig- och alternativ plan var den skattade volymen tallmassa.



Figur 13. *Jämförelse av uppskattad volym i verklig- och alternativ plan under året.*



Figur 14. Förflyttningar av ett medelstort maskinlag samt ordningsföljden i verklig- och alternativ plan. Siffrorna i figuren ovan motsvarar i vilken ordning trakterna blivit avverkade.

Som en följd av den alternativa planen i figuren ovan skedde ett byte mellan avverkningslag samt tre byten mellan faktiskt avverkat och konstruerad traktbank.

Tabell 13. Jämförelse mellan verklig- och alternativ plan.

	Antal avlägg	Antal flyttar	Medelstam
Verklig plan	12	8	0.156
Alternativ plan	9	4	0.165

Sammanfattningsvis kan här sägas att antalet flyttar halverades i den alternativa planen och medelstammen ökade något.

3.2.4. Maskinlag 4

I jämförelsen av maskinlag 4 redovisas först den volym som enligt resultaten från traktplaneringen borde ha fallit ut från de drivningsenheter som verkligen avverkats under 2003. Därefter redovisas den volym som enligt resultaten från traktplaneringen borde ha fallit ut från de drivningsenheter som skulle ha avverkats enligt den här föreslagna alternativa planen.

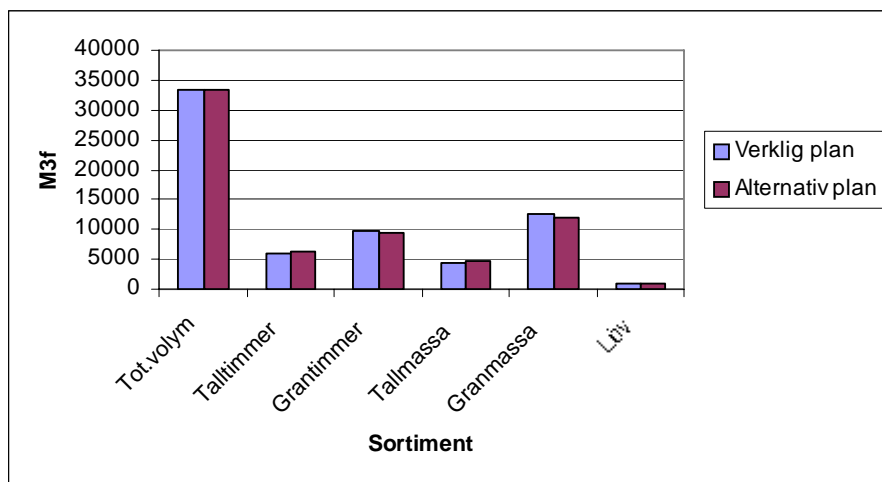
Tabell 14. *Verkliga planens uppskattade volymer fördelat på årstider och sortiment.*

Årstid	Tot.volym	Talltimmer	Grantimmer	Tallmassa	Granmassa	Löv
Vinter	11385	1259	3791	925	5080	330
Vår/höst	20029	4597	5256	3367	6365	444
Sommar	2116	219	643	121	1011	122
Totalt	33530	6075	9690	4413	12456	896

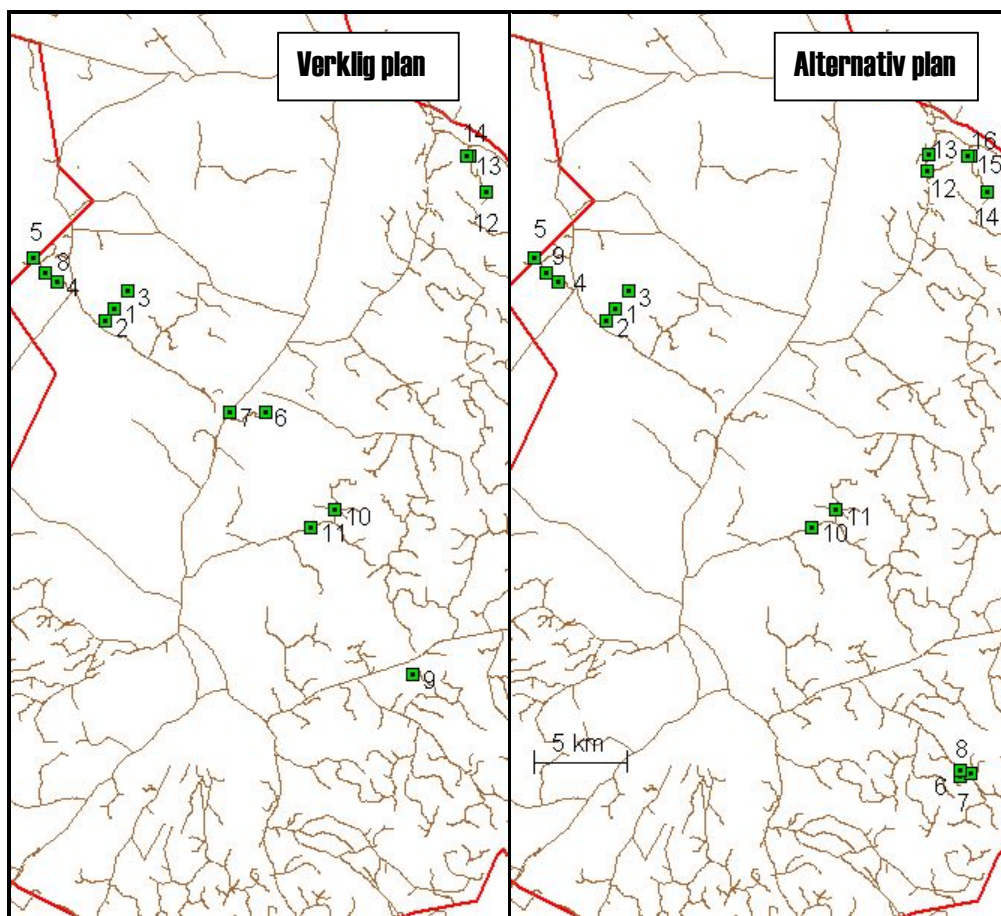
Tabell 15. *Alternativa planens uppskattade volymer fördelat på årstider och sortiment.*

Årstid	Tot.volym	Talltimmer	Grantimmer	Tallmassa	Granmassa	Löv
Vinter	11385	1259	3791	925	5080	330
Vår/höst	19882	4972	4966	3548	5912	484
Sommar	2116	219	643	121	1011	122
Totalt	33383	6450	9400	4594	12003	936

Den viktigaste skillnaden (ca 6 % över året) mellan verklig- och alternativ plan var den skattade volymen talltimmer.



Figur 15. *Jämförelse av uppskattad volym i verklig- och alternativ plan under året.*



Figur 16. Förflyttningar av ett medelstort maskinlag samt ordningsföljden i verklig- och alternativ plan. Siffrorna i figuren ovan motsvarar i vilken ordning trakterna blivit avverkade.

Som en följd av den alternativa planen i figuren ovan skedde fem byten mellan faktiskt avverkat och konstruerad traktbank.

Tabell 16. Jämförelse mellan verklig- och alternativ plan.

	Antal avlägg	Antal flyttar	Medelstam
Verklig plan	14	5	0.221
Alternativ plan	16	5	0.214

Sammanfattningsvis kan här sägas att medelstammen över året minskade något i den alternativa planen.

3.2.5. Sammanställning och analys av skillnader verklig/alternativ plan

Totala antalet flyttar för de fyra maskinsystemen var i den verkliga planen 29 st. I den alternativa planen minskade antalet flyttar av maskinsystem till 19 st. Om flyttkostnaden av ett maskinlag är 5000 kr innebär detta en minskning av kostnaden

med 50000 kr enbart på de avverkningar som blivit utförda av de fyra maskinlagen på distrikt 16. En potential till cirka 30 procents minskning av antalet flyttar.

De byten av avverkningstrakter som blev gjorda för att skapa den alternativa planen var mellan olika avverkningslag, mellan faktiskt avverkat och tillgänglig traktbank och mellan faktiskt avverkat och konstruerad traktbank (tab. 17).

Tabell 17. *Visar vilka byten som skedde mellan verklig- och alternativ plan.*

Byten mellan ⇒	Maskinlag	Tillgänglig traktbank	Konstruerad traktbank
Jämförelse 1	4	5	2
Jämförelse 2	1	-	3
Jämförelse 3	1	-	3
Jämförelse 4	-	-	5
Totalt	6	5	13

Byten mellan olika avverkningslag innebär att avverkningar är identiska mellan planerna men utförs av olika lag. En förbättrad kommunikation mellan produktionsledare hade i detta fall gett bättre resultat med avseende på minskade flyttar av maskinsystem.

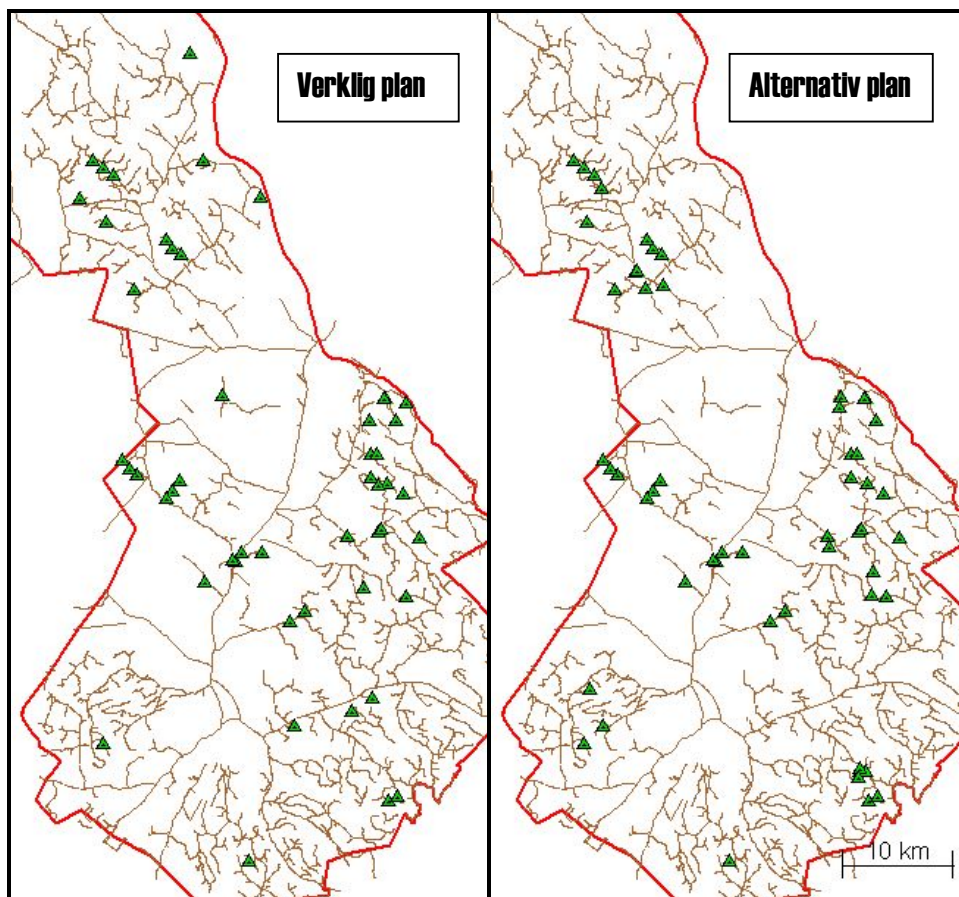
Byten mellan faktiskt avverkat och tillgänglig traktbank förekom i en av jämförelserna. Det innebär att det fanns bättre alternativ av avverkningstrakter i den tillgängliga traktbanken.

Byten mellan faktiskt avverkat och konstruerad traktbank skedde för samtliga maskinlag. Det innebär att en större mängd traktplanerat av distriktschef alternativt annat val av trakter ur LSP:n ger bättre förutsättningar i detta fallet.

I jämförelserna undersöktes också hur de alternativa planerna förändrade medelstammen för maskinlagen. Intentionen var där att anpassa medelstammen på avverkningstrakter så bra som möjligt efter storleken på maskinsystem. I framförallt jämförelse 1 (se tab. 7) skedde en märkbar förändring i positiv riktning. Ytterligare en bidragande orsak till förbättringen var att byten av trakter skedde delvis mellan medelstort och stort maskinlag.

3.2.6. Förändrad koncentration av avverkningar

Den alternativa planen genererade en förändrad geografisk koncentration (fig. 17). Innebörden av detta, om man begränsar sig till skillnaden hos de fyra undersökta avverkningslagen betyder att flyttkostnaden för markberedare på slutavverkade objekt skulle kunna minska med cirka 20 procent. Detta är en förenklad beräkning som endast stämmer under förutsättningen att slutavverkade trakter år 2003 i ett senare skede markbereds samma år samt att alla trakter markbereds med samma typ av markberedningssystem.



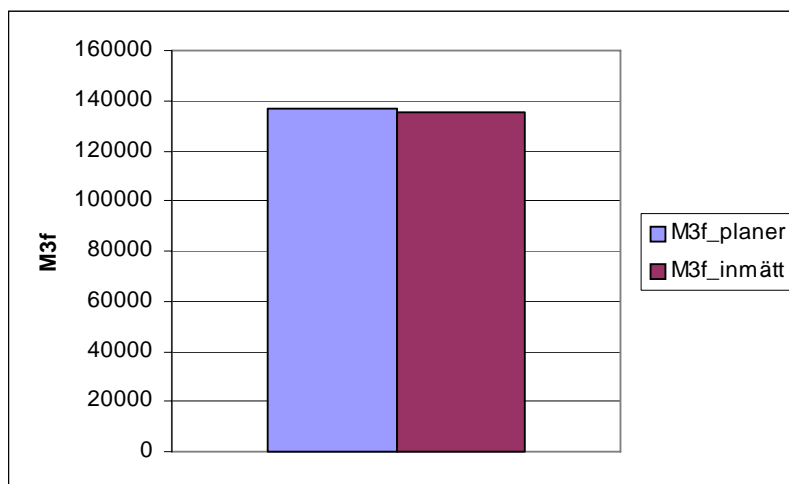
Figur 17. Avverkade trakter i verklig och alternativ plan för de fyra undersökta maskinlagen. Varje triangel motsvaras av en avläggspunkt.

3.3. JÄMFÖRELSE PLAN/INDUSTRI

Differenser i uppskattat volymutfall i plan jämfört med volymutfall inmätt vid industri undersöktes för dt 16.

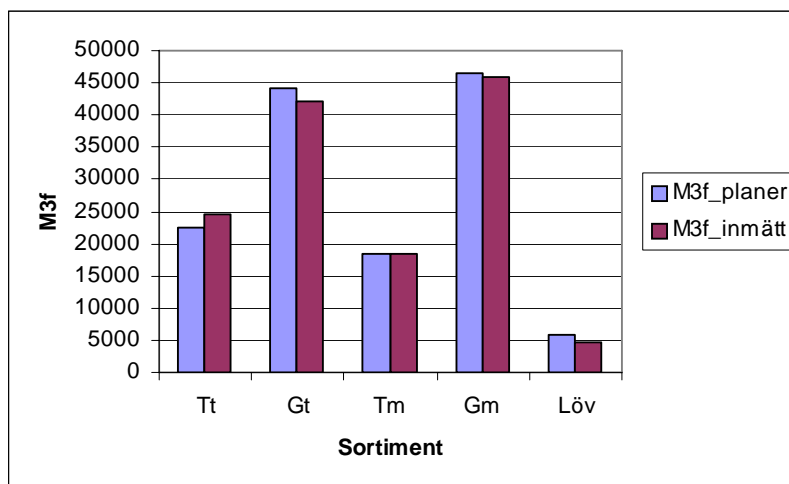
3.3.1. Totalt volymutfall över året

Volymen enligt plan var 137 180 m³f och det blev 135 451 m³f inmätt vid industri. Differensen var endast 1 729 m³f. Detta innebär en felmarginal över året på drygt 1 % på det totala volymutfallet. (fig. 18).



Figur 18. Jämförelse av uppskattad volym i plan (m^3f_{planer}) och inmätt volym vid industri ($m^3f_{inmätt}$). Avlägg som av olika anledningar avbrutits är ej medräknade.

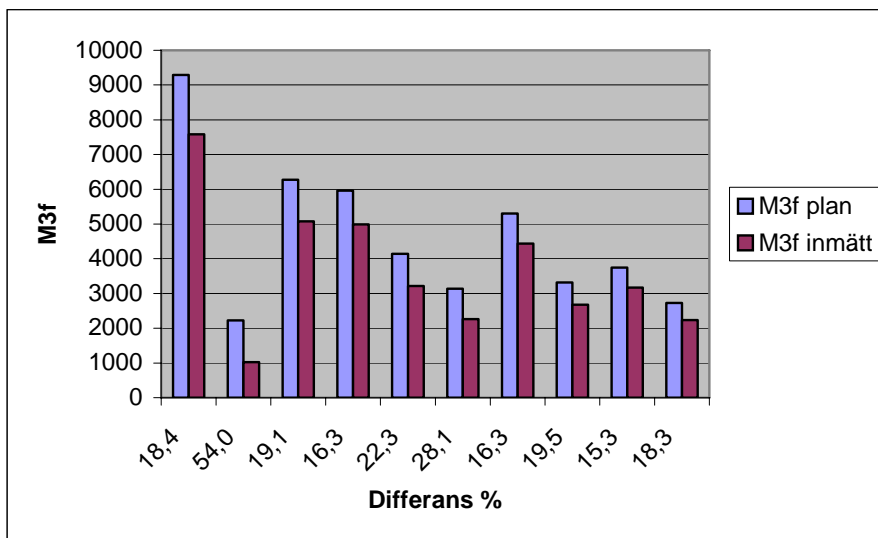
Totalt volymutfall fördelat på sortiment redovisas i figur 19. Det föll ut mera talltimmer än vad som var uppskattat i plan och mindre än planerat av framförallt grantimmer och granmassa.



Figur 19. Jämförelse av uppskattad volym i plan (m^3f_{planer}) och inmätt volym vid industri ($m^3f_{inmätt}$) fördelat på sortiment, (Tt = Talltimmer, Gt = Grantimmer, Tm = Tallmassa, Gm = Granmassa). Avlägg som av olika anledningar avbrutits är ej medräknade.

3.3.2. Volymutfall enskilda avlägg

Till skillnad från volymutfallet över året så var differenserna på enskilda avlägg i vissa fall relativt stora d.v.s. ibland föll det ut mera virke än planerat och ibland mindre än planerat, därav jämnheten över året (se fig. 20).



Figur 20. Tio enskilda avlägg där differensen var onormalt hög mellan uppskattad volym i plan (m^3 plan) och volym inmätt vid industri (m^3 inmätt). X-axeln anger den procentuella avvikelsen (differansen/M3f plan) för respektive avlägg.

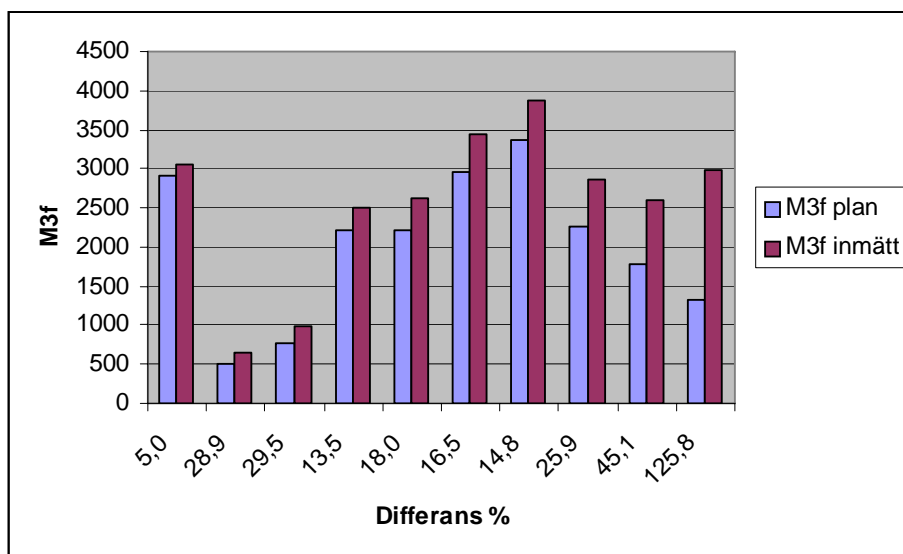
Tabell 18. De tio avläggen i tabellform, visar vilken utbytesmetod som användes vid beräkningen av det planerade volymutfallet samt vilket år det blev traktplanerat och taxerat.

M3f plan	M3f inmätt	M3f differans	Differans (%)	Utbytesmetod*	Taxeringsår
9292	7584	1708	18,4	3	2002
2230	1025	1205	54,0	3	1995
6273	5077	1196	19,1	3	2002
5963	4989	974	16,3	3	2002
4140	3217	923	22,3	1	2003
3141	2258	883	28,1	3	2002
5303	4441	862	16,3	1	1992
3323	2674	649	19,5	3	2002
3745	3172	573	15,3	2	2003
2733	2233	500	18,3	3	2003

*För definitioner på olika utbytesmetoder, se bilaga 1.

Av samtliga ovan nämnda avlägg (se tab. 18) blev alla drivningsenheter som ingick utom en taxerad med cirkelyteinventering i fält.

Figur 21 visar 10 enskilda avlägg där uppskattade volymen i plan var mindre än vad som verkligen blev inmätt vid industri.



Figur 21. Tio enskilda avlägg där differansen var onormalt hög mellan uppskattad volym i plan (m^3f plan) och volym inmätt vid industri (m^3f inmätt). X-axeln anger den procentuella avvikelsen (differansen/ $M3f$ plan) för respektive avlägg.

Tabell 19. De tio avlägg i tabellform, visar vilken utbytesmetod som användes vid beräkningen av det planerade volymutfallet samt vilket år det blev traktplanerat och taxerat.

M3f plan	M3f inmätt	M3f differans	Differans (%)	Utbytesmetod*	Taxeringsår
2917	3062	-145	5,0	3	2001
508	655	-147	28,9	3	2000
766	992	-226	29,5	3	2002
2214	2513	-299	13,5	3	2002
2220	2620	-400	18,0	3	1999
2958	3446	-488	16,5	5	2001
3375	3875	-500	14,8	3	1998
2270	2859	-589	25,9	5	2001
1789	2596	-807	45,1	3	2001
1319	2978	-1659	125,8	3	2002

*För definitioner på olika utbytesmetoder, se bilaga 1.

4. DISKUSSION

Detta examensarbete har till stor del gått ut på att kartlägga och analysera hur avverkningar ett år bakåt har sett ut för att utifrån detta "facit" komma med förslag till förbättringar där potential till detta har upptäckts. För att kunna presentera förslag har utifrån facit skapats alternativa planer som underlag för att det finns förbättringar att göra i olika planeringsled. Den operativa planeringen är som nämndes i inledningen komplicerad och anledningarna till att saker blir som dom blir i verkligheten kan vara många. Ambitionen har i detta arbete varit att inkludera samtliga centrala faktorer inom ramarna för detta arbetes omfattning med bibehållen vetskap om att verkligheten är mera komplicerad än så.

4.1. ALTERNATIV PLAN – FÖRBÄTTRINGSPOTENTIAL

I den alternativa planen som innefattade fyra avverkningslag på distrikt 16 skedde byten av trakter på tre sätt;

1. Mellan avverkningslag.
2. Mellan faktiskt avverkat och tillgänglig traktbank.
3. Mellan faktiskt avverkat och konstruerad traktbank.

Det är här viktigt att komma ihåg att de konstruerade alternativa planerna inte är optimerade lösningar. De är snarare resultatet av en systematisk manuell analys av tillgängliga avverkningstrakter motsvarande det sätt som produktionsledare idag jobbar med sina drivningsplaner.

1. Byten av avverkningstrakter mellan avverkningslag. I detta fallet kan man således dra slutsatsen att produktionsledare genom ökad kommunikation skulle kunna byta avverkningstrakter för att erhålla en effektivare ruttplanering för sina enskilda avverkningslag med bibehållet volymutfall.

Förslag till åtgärd

När produktionsledare i oktober varje år skapar sin drivningsplan på ett år sker detta enskilt. Ett förslag som skulle kunna leda till förbättring är att de produktionsledare som verkar inom samma geografiska områden har ett möte när drivningsplanen för året är färdig och går igenom trakter för att göra eventuella byten med varandra (om det är praktiskt genomförbart). På så vis ökar möjligheterna att optimera drivningsplanerna ytterligare.

Den ökade kommunikation mellan produktionsledare kan framförallt leda till mindre antal flyttar för de enskilda maskinlagen men bör också med avseende på resultaten i föreliggande studie ge andra följeffekter så som;

- En fördelning av medelstam som är mera optimerad för maskinstorlek kan erhållas genom bytena.*
- Genom en ökad insikt som produktionsledarna erhåller i varandras planer kan sådana trakter som exempelvis är valda att avverkas vid direkt olämplig årstid elimineras.*
- Maskinlagen korsar varandra i mindre grad än tidigare och nyttjandet av samma vägsystem kan minska.*

- Tidsmässiga vinster p.g.a. mindre antal flyttar.

2. Byten av avverkningstrakter mellan faktiskt avverkat och tillgänglig traktbank.
Detta fall innebär att det fanns tillgängliga trakter när planen upprättades som var bättre lämpade.

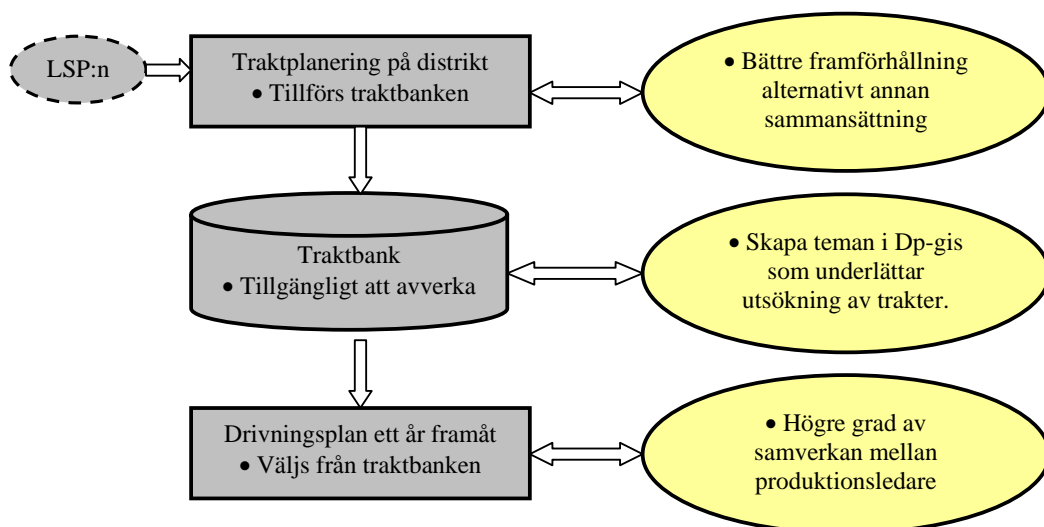
Förslag till åtgärd

När planerna upprättas kan det i Dp-GIS, för att förenkla utsökning av trakter, skapas teman som hjälpmedel att hitta trakter. Exempel på detta kan vara att skapa ett nytt fält i attributtabell där alla tillgängliga trakter benämns med lämplig årstid grundat på terrängbärighet och vägbeskrivning. Det går också att skapa nya teman för medelstam eller vart gran- och talltrakter finns. Sådana lösningar tror jag kan ge en bättre överblick och förutsättningarna att hitta de trakter som är lämpliga för respektive maskinlag ökar.

3. Byten av avverkningstrakter mellan faktiskt avverkat och konstruerad traktbank.
Det tredje fallet visar att en större traktbank skapade möjligheter att koncentrera avverkningar bättre. Den alternativa planen gjordes utifrån den konstruerade traktbanken som var något större än den som produktionsledarna haft tillgång till under året. En större traktbank innebär inte att man avverkar mera utan att man har ett större antal avverkningstrakter att välja mellan.

Förslag till åtgärd

Om målet skulle vara att minska flyttkostnader för avverkningslag och koncentrera avverkningar bättre torde det finnas möjligheter att skapa förbättringar i LSP:n och traktplaneringen. Se vidare diskussion om detta i 4.2.



Figur 22. Sammanfattning av olika planeringssteg där föreslagna förbättringar kan initieras.

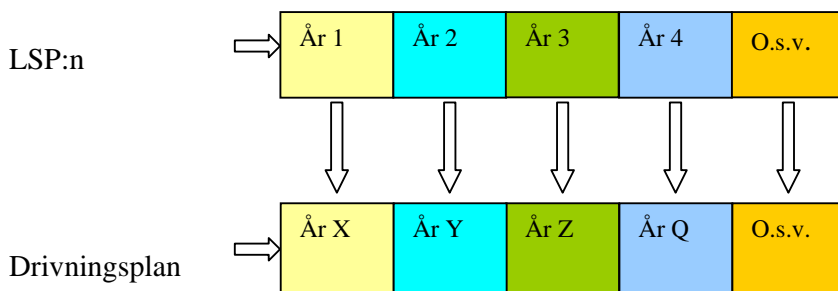
Innebörden av den alternativa planen var att flyttkostnaderna för fyra avverkningslag minskade med 50000 kr för de avverkningar som utfördes på distrikt 16. En ca 30 procentig reducering av antalet flyttar. Om det finns potential till samma resultat på andra delar av förvaltningen skulle detta sannolikt kunna bidra till märkbara kostnadssänkningar.

De förbättrade koncentrationsmöjligheter som visas i den alternativa planen innebär också att kostnaden för flytt av markberedningsmaskiner blir mindre. Kostnadsminskningen är i denna studie ca 20 %. Det bör här påpekas att det är en förenklad uträkning där inte hänsyn tagits till markberedningsmetoder. Man kan också se andra fördelar på sikt som är svårare att värdera. Exempel på kostnader som kan minska är de som uppstår vid traktplanering och taxering samt vid senare skogsvårdsarbeten såsom exempelvis plantering.

4.2. KOPPLINGEN LSP, TRAKTPLANERING OCH PRODUKTION

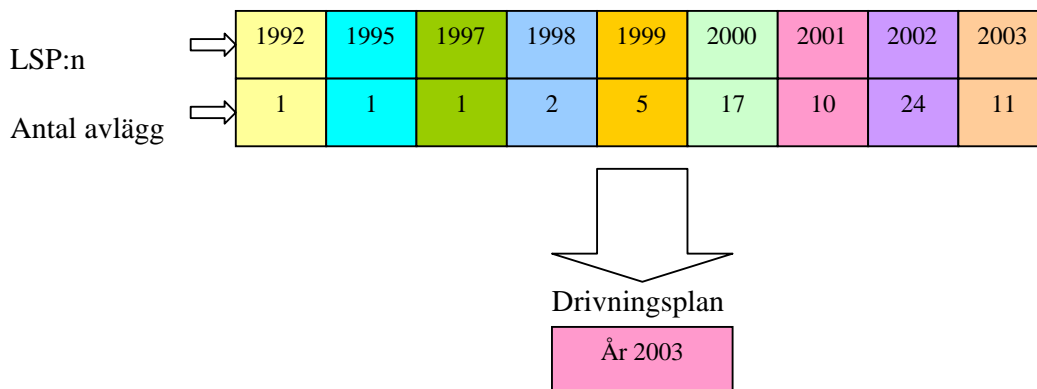
LSP:n som är upprättad på distrikten skall för varje år uppfylla ställda krav på fördelning mellan huggningsformer och sortimentsutfall. Planen måste samtidigt vara genomförbar med avseende på markens och vägnätets bärighet och ta hänsyn till exempelvis naturvårdsaspekter och gödslingsplanering. Med dessa begränsningar skall distriktscheferna hitta den mix av bestånd som ur ett ekonomiskt perspektiv är den mest gynnsamma. Beståndets ekonomiska mognad för åtgärder och koncentrationsaspekter är då de viktigaste parametrarna att väga mot varandra. Teoretiskt borde detta betyda att det som är traktplanerat för ett enskilt år enligt distriktchefs LSP bör avverkas under ett (annat) enskilt år för optimalt handlande (fig. 23). Detta under förutsättningen att distriktschefer upprättar en väl genomarbetad LSP med hänsyn till tidigare nämnda urvalskriterier.

En hög flexibilitet i produktionen bör emellertid finnas som möjliggör att avsteg från det optimala handlandet kan ske närsomhelst p.g.a. ändrade beställningar m.m. med begränsad negativ effekt på slutresultatet. Ett sätt att möjliggöra omplanering är att ha flera årsmängder med avverkningstrakter färdigplanerade i traktbanken som en buffert så att man i produktionen kan hitta det sortiment som det är behov av för tillfället. Kan man byta hela trakter eller grupper av trakter istället för enskilda bestånd mellan årsmängder finns större möjlighet att bibehålla en god koncentration.



Figur 23. Figuren illustrerar hur kopplingen mellan LSP:n, traktplanering och drivningsplan i teorin borde se ut om man ser till urvalskriterierna från LSP:n.

I fallstudien för ett distrikt är avverkningar under år 2003 traktplanerade och taxerade under åren 1992 – 2003. Färdigplanerade trakter från 9 olika år är avverkade under ett och samma år. Det innebär att hänsyn till koncentrationsaspekter i en väl genomarbetad LSP inte kommer till sin fulla rätt när den splittras sönder i produktionen (fig. 24).



Figur 24. Figuren illustrerar det verkliga utfallet mellan LSP och drivningsplan samt antalet avlägg från de olika åren (två avlägg saknas p.g.a. att uppgifter på traktplanerings- och taxeringsår saknas).

LSP:n och de årsmängder som är traktplanerade och finns tillgängliga i traktbanken tycks inte vara i fas med det som verkligen avverkas i produktionen. Frågeställningar som då dyker upp är vad detta beror på och om det finns några tänkbara åtgärder?

Att välja trakter efter Pv% i den tioårsmängd som upprättas i LSP:n kanske inte är det bästa alternativet om trakterna inte blir avverkade som planerats från början. Tyngdpunkten i LSP:n och traktplaneringen kanske istället skulle inriktas mera på andra saker så som;

- God koncentration av årsmängder.
- Att distriktschef är uppdaterad ifråga om vad som finns planerat och ej avverkats, ändrar i sin planering utifrån detta i nästkommande års planering för att på så vis skapa mera enhetliga avverkningsområden.
- Distriktschefer kan genom ökad kommunikation med produktionsledare påskynda avverkningar av objekt som blivit kvar i liggaren (traktbanken) flera år och genom detta på sikt komma bättre i fas med nuläget i planeringen.

I traktplaneringen skall det skapas tre årsmängder med avverkningstrakter som skall utgöra underlag för drivningsplaneringen. Av de 84 drivningsenheterna som avverkades på dt 16 under år 2003 blev 12 drivningsenheter traktplanerade och taxerade samma år;

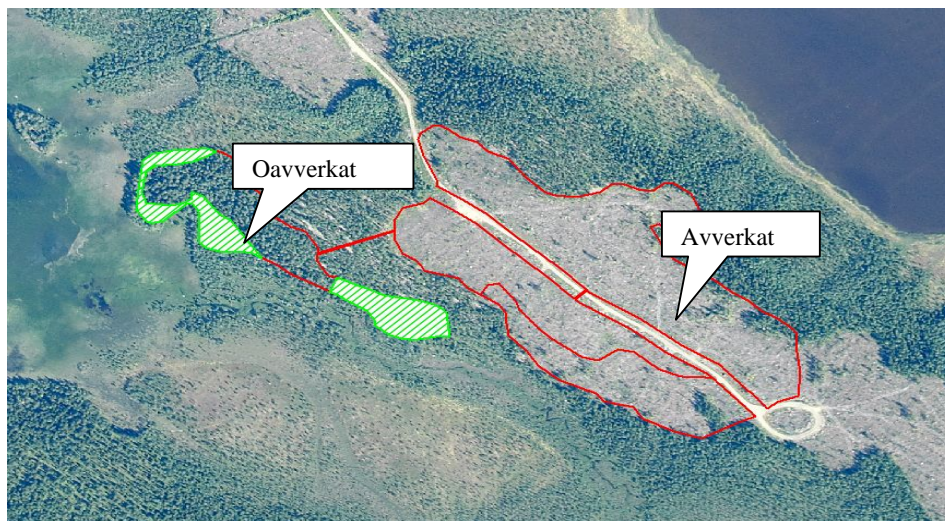
- Om bättre framförhållning (mera trakter i liggaren) i traktplaneringen funnits skulle sannolikt resultatet i produktionen varit bättre p.g.a. att man haft en större mängd av trakter att välja bland.

4.3. VOLYMDIFFERENSER

Uppskattad volym i plan och volym inmätt vid industri överensstämde relativt väl över året. Om man däremot bryter ner det på enskilda avlägg kan differenserna i vissa fall vara väldigt stora och då både i form av överskattning och underskattning av volymutfallet.

I arbetet blev det då intressant att följa upp vad dessa stora differenser skulle kunna bero på. Då underlagsmaterialet ej var så stort (samtliga avverkningar på dt16 under år 2003) ansågs det osäkert att dra slutsatser om enskilda variabler påverkade resultatet på utfallet mer eller mindre. De variabler jag hade i åtanke var om exempelvis en viss utbytesmetod genererade mera fel i volymutfall, om det var för något speciellt sortiment som det felade extra mycket, om det hade något samband med årstid avverkning skedde o.s.v. Detta undersöktes utan att några tydliga samband kunde identifieras.

En troligare orsak till att det uppstår stora volymdifferenser, som kom upp till diskussion i samband med besök på lokala kontor, kan vara att planerade trakter inte blir avverkade som planläggaren har planerat trakten, se figur 25.



Figur 25. Exempel på avverkad trakt där det av någon anledning lämnats kvar ett stort område oavverkat enligt markering i kartan. Ritade linjer är avverkningstraktens yttergränser.

Om en distriktschef ej beställer låghöjdsbild över området är det inte säkert att det oavverkade området upptäcks utan istället återförs till SkogsGIS som en avverkad trakt. Detta p.g.a att maskinlag återfört traktskiss som 100% avverkad till produktionsledaren som vidarebefordrat den till distriktschefen. I detta sammanhang kan man fråga sig om;

- Har maskinlagen fått för fria tyglar d.v.s. är det för hög grad av decentralisering av beslut som tas inom organisationen som gör att varken produktionsledare eller distriktschefer får tillbaka "korrekt information"?

- Blir det för lite tid över för att vara ute på fältet och uppdatera sig om hur arbetet fortlöper för distriktschefer och produktionsledare?

- Är detta ett problem som försvinner om man påskyndar utvecklingsprocessen med GPS och kartstöd hos maskinlag?

Att den areal som verkligen avverkas ibland är större eller mindre än den planerade arealen kan ha flera orsaker; svåra drivningspartier inplanerade som blir oavverkade, maskinlag avverkar över bandning alternativt inte ända fram till bandning, otillräckligt bandat, o.s.v. Listan kan säkert göras längre.

Taxering av avverkningstrakter efter planläggning görs för att inhämta bra uppgifter på volymer, trädslagsblandning, medelstam o.s.v. Om tidigare nämnda problem orsakar de ibland stora volymdifferenserna kan taxering som metod vara en helt onödig kostnad. De kriterier som bestämmer om en avverkningstrakt skall taxeras eller ej kan vara inaktuella.

Planläggaren har idag GPS stöd i sin planering vilket gör att noggrannheten är hög på gränserna kring trakten. Planläggningen är därför sannolikt inte en betydande felkälla i sammanhanget.

5. LITTERATURFÖRTECKNING

- Baskent, E.Z., Jordan, G.A. 1991. Spatial wood supply simulation modelling. *The Forestry Chronicle* 67(6): 610-621.
- Bell, J. 2000. Introduktion till forskningsmetodik. Lund: studentlitteratur.
- Davis, R.G., Martell, D.L. 1993. A decision support system that links short-term silvicultural operating plans with long-term forest level strategic plans. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 1078-1095.
- Eriksson, L.O. 2000. The forest planning system of Swedish forest enterprises: A note on the basic elements. Department of Forest Resource Management and Geomatics, SLU.
- Ericson, O., Westerling, S. 1981. Skoglig planering – nuläge och tendenser. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten.
- Gustafsson, K. 1998. Långsiktsplanering med geografisk hänsyn – en studie på Bräcke arbetsområde, SCA Forest and Timber. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik. Arbetsrapport 46. Umeå.
- Gustafsson, K., Larsson, M., Källman, U., Eriksson, L.O. 2000. Logistical Determinants in Timber Harvesting Schedule – accounting for geographical aspects in medium term forest planning. *Logistics in the Forest Sector.*, Helsinki, IUFRO and University in Helsinki.
- Jacobsson, J. 1986. Optimization and data requirements – A forest management planning problem. SLU, Avdelningen för Skogsuppskattning och Skogsindelning. 143 s.
- Johansson, P.O., Löfgren, K.G. 1985. The economics of forestry and natural resources. Basil Blackwell, Oxford.
- Larsson, M. 1994. Betydelsen av kvalitet i skogliga avdelningsdata för skattningar av volymtillväxt och inoptimalförlust. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för biometri och skogsindelning. Avdelningen för Skogsuppskattning och Skogsindelning. Rapport 26. Umeå.
- Lämås, T. 1996. Forest Management Planning for Biodiversity and Timber Production. Department of Forest Resource Management and Geomatics. Swedish University of Agricultural Sciences. Report 3. Umeå.
- Martell, D. L., Gunn, E. A. & Weintraub, A. (1998). Forest management challenges for operational researchers. *European Journal of Operational Research* 104(1): 1-17.

Skogsskötselhandboken, Intern handbok hos SCA skog AB. Senast uppdaterade upplagan.

Ståhl, G., Wilhelmsson, E., Lämås, T. 1994. Planering av skogsbruk- Den röda tråden till grundkurs i skogsindelning. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för biometri och skogsindelning. Umeå.

Söderholm, J. 2002. De svenska skogsbolagens system för skoglig planering. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik. Umeå.

Törnqvist, K. 1996. Ecological landscape planning in swedish forestry. Integrating environmental values into forest planning. Estonia, EFI proceedings no. 13.

Weintraub, A., Cholaky, A. 1991. A hierarchical approach to forest planning. Forest Science 37(2): 439-460.

Öhman, K. 2001. Forest Planning with Consideration to Spatial Relationships. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Forest Resource Management and Geomatics. Umeå.

Personliga meddelanden

Andersson, L. Produktionschef, SCA skog AB, Jämtlands förvaltning.

Benjaminsson, O. Produktionsledare, SCA skog AB, Jämtlands förvaltning.

Eriksson, C. Distriktschef, SCA skog AB, Jämtlands förvaltning.

Eriksson, L. Produktionsledare, SCA skog AB, Jämtlands förvaltning.

Hansson, K.J. Produktionsledare, SCA skog AB, Jämtlands förvaltning.

Källman, U. Utvecklingschef, SCA skog AB, Jämtlands förvaltning.

Serien Arbetsrapporter utges i första hand för institutionens eget behov av viss dokumentation. Rapporterna är indelade i följande grupper: Riksskogstaxeringen, Planering och inventering, Biometri, Fjärranalys, Kompendier och undervisningsmaterial, Examensarbeten, Internationellt samt NILS. Författarna svarar själva för rapporternas vetenskapliga innehåll.

Riksskogstaxeringen:

- | | | | |
|------|----|---|---|
| 1995 | 1 | Kempe, G. | Hjälpmedel för bestämning av slutenhet i plant- och ungskog. ISRN SLU-SRG-AR--1--SE |
| | 2 | Nilsson, P. | Riksskogstaxeringen och Ståndortskarteringen vid regional miljöövervakning. - Metoder för att förbättra upplösningen vid inventering i skogliga avrinningsområden. ISRN SLU-SRG-AR--2--SE |
| 1997 | 23 | Lundström, A.,
Nilsson, P. &
Ståhl, G. | Certifieringens konsekvenser för möjliga uttag av industri- och energived. - En pilotstudie. ISRN SLU-SRG-AR--23--SE |
| | 24 | Fridman, J. &
Walheim, M. | Död ved i Sverige. - Statistik från Riksskogstaxeringen. ISRN SLU-SRG-AR--24--SE |
| 1998 | 30 | Fridman, J.,
Kihlblom, D. &
Söderberg, U. | Förslag till miljöindexsystem för naturtypen skog. ISRN SLU-SRG-AR--30--SE |
| | 34 | Löfgren, P. | Skogsmark, samt träd- och buskmark inom fjällområdet. En skattning av arealer enligt internationella ägoslagsdefinitioner. ISRN SLU-SRG-AR--34--SE |
| | 37 | Odell, P. & Ståhl,
G. | Vegetationsförändringar i svensk skogsmark mellan 1980- och 90-talet. - En studie grundad på Ståndortskarteringen. ISRN SLU-SRG-AR--37--SE |
| | 38 | Lind, T. | Quantifying the area of edges zones in Swedish forest to assess the impact of nature conservation on timber yields. ISRN SLU-SRG-AR--38--SE |
| 1999 | 50 | Ståhl, G.,
Walheim, M. &
Löfgren, P. | Fjällinventering. - En utredning av innehåll och design. ISRN SLU-SRG-AR--50--SE |

- 52 Fridman, J. & Ståhl, G. (Redaktörer) Utredningar avseende innehåll och omfattning i en framtida Riksskogstaxering. ISRN SLU-SRG-AR--52--SE
- 54 Fridman, J., Holmström, H., Nyström, K., Petersson, H., Ståhl, G. & Wulff, S. Sveriges skogsmarksarealer enligt internationella ägoslagsdefinitioner. ISRN SLU-SRG-AR--54--SE
- 56 Nilsson, P. & Gustafsson, K. Skogsskötseln vid 90-talets mitt - läge och trender. ISRN SLU-SRG-AR--56--SE
- 57 Nilsson, P. & Söderberg, U. Trender i svensk skogsskötsel - en intervjuundersökning. ISRN SLU-SRG-AR--57--SE
- 2000 65 Bååth, H., Gällerspång, A., Hallsby, G., Lundström, A., Löfgren, P., Nilsson, M. & Ståhl, G. Metodik för skattning av lokala skogsbränsleresurser. ISRN SLU-SRG-AR--65--SE
- 75 von Segebaden, G. Komplement till "RIKSTAXEN 75 ÅR". ISRN SLU-SRG-AR--75--SE
- 2001 86 Lind, T. Kolinnehåll i skog och mark i Sverige - Baserat på Riksskogstaxeringens data. ISRN SLU-SRG-AR--86--SE
- 2003 110 Berg Lejon, S. Studie av mätmetoder vid Riksskogstaxeringens årsringsmätning. ISRN SLU-SRG--AR--110--SE
- 116 Ståhl, G. Critical length sampling for estimating the volume of coarse woody debris. ISRN SLU-SRG-AR--116--SE
- 117 Ståhl, G., Blomquist, G. Eriksson, A. Mögelproblem i samband med risrensning inom Riksskogstaxeringen. ISRN SLU-SRG-AR--117--SE

- 118 Ståhl, G. Boström, B. Lindkvist, H. Lindroth, A. Nilsson, J. Olsson, M. Methodological options for quantifying changes in carbon pools in Swedish forests. ISRN SLU-SRG-AR--118--SE
- 2004 129 Bååth, H., Eriksson, B., Lundström, A., Lämås, T., Johansson, T., Persson, J A. & Sundquist, S. Internationellt utbyte och samarbete inom forskning och undervisning i skoglig mätteknik och inventering. -Möjligheter mellan en region i södra USA och SLU. ISRN SLU-SRG-AR--129--SE

Planering och inventering:

- 1995 3 Homgren, P. & Thuresson, T. Skoglig planering på amerikanska västkusten - intryck från en studieresa till Oregon, Washington och British Colombia 1-14 augusti 1995. ISRN SLU-SRG-AR--3--SE
- 4 Ståhl, G. The Transect Relascope - An Instrument for the Quantification of Coarse Woody Debris. ISRN SLU-SRG-AR--4--SE
- 1996 15 van Kerkvoorde, M. An Sequential approach in mathematical programming to include spatial aspects of biodiversity in long range forest management planning. ISRN SLU-SRG-AR--15--SE
- 1997 18 Christoffersson, P. & Jonsson, P. Avdelningsfri inventering - tillvägagångssätt och tidsåtgång. ISRN SLU-SRG-AR--18--SE
- 19 Ståhl, G., Ringvall, A. & Lämås, T. Guided transect sampling - An outline of the principle. ISRN SLU-SRG-AR--19--SE
- 25 Lämås, T. & Ståhl, G. Skattning av tillstånd och förändringar genom inventeringssimulering - En handledning till programpaketet. ISRN SLU-SRG-AR--25--SE
- 26 Lämås, T. & Ståhl, G. Om detektering av förändringar av populationer i begränsade områden. ISRN SLU-SRG-AR--26--SE
- 1999 59 Petersson, H. Biomassafunktioner för trädfraktioner av tall, gran och björk i Sverige. ISRN SLU-SRG-AR--59--SE

- | | | | |
|------|-----|---|---|
| | 63 | Fridman, J.,
Löfstrand, R. &
Roos, S. | Stickprovsvis landskapsövervakning - En förstudie. ISRN SLU-SRG-AR--63--SE |
| 2000 | 68 | Nyström, K. | Funktioner för att skatta höjdtillväxten i ungskog. ISRN SLU-SRG-AR--68--SE |
| | 70 | Walheim, M. | Metodutveckling för vegetationsövervakning i fjällen. ISRN SLU-SRG-AR--70--SE |
| | 73 | Holm, S. &
Lundström, A. | Åtgärdsprioriteter. ISRN SLU-SRG-AR--73--SE |
| | 76 | Fridman, J. &
Ståhl, G. | Funktioner för naturlig avgång i svensk skog. ISRN SLU-SRG-AR--76--SE |
| 2001 | 82 | Holmström, H. | Averaging Absolute GPS Positionings Made Underneath Different Forest Canopies - A Splendid Example of Bad Timing in Research. ISRN SLU-SRG-AR--82--SE |
| 2002 | 91 | Wilhelmsson, E. | Forest use and it's economic value for inhabitants of Skrävlinge and Hakkas in Norrbotten. ISRN SLU-SRG-AR--91--SE |
| | 93 | Lind, T. | Strategier för Östads säteri: Redovisning av planer framtagna under kursen Skoglig planering ur ett företagsperspektiv ht 2001, SLU Umeå. ISRN SLU-SRG-AR--93--SE |
| | 94 | Eriksson, O. et. al. | Wood supply from Swedish forests managed according to the FSC-standard. ISRN SLU-SRG-AR--94--SE |
| 2003 | 108 | Paz von Friesen, C. | Inverkan på provytans storlek på regionala skattningar av skogstyper. En studie av konsekvenser för uppföljning av miljömålen. SLU-SRG-AR--108--SE |

Biometri:

- | | | | |
|------|----|-------------|---|
| 1997 | 22 | Ali, A. A. | Describing Tree Size Diversity. ISRN SLU-SRG--AR--22--SE |
| 1999 | 64 | Berhe, L. | Spatial continuity in tree diameter distribution. ISRN SLU-SRG--AR--64--SE |
| 2001 | 88 | Ekström, M. | Nonparametric Estimation of the Variance of Sample Means Based on Nonstationary Spatial Data. ISRN SLU-SRG-AR--88--SE |

- | | | | |
|------|----|------------------------------------|--|
| | 89 | Ekström, M. & Belyaev, Y. | On the Estimation of the Distribution of Sample Means Based on Non-Stationary Spatial Data. ISRN SLU-SRG-AR--89--SE |
| | 90 | Ekström, M. & Sjöstedt-de Luna, S. | Estimation of the Variance of Sample Means Based on Nonstationary Spatial Data with Varying Expected Values. ISRN SLU-SRG-AR--90--SE |
| 2002 | 96 | Norström, F. | Forest inventory estimation using remotely sensed data as a stratification tool - a simulation study. ISRN SLU-SRG-AR--96--SE |

Fjärranalys:

- | | | | |
|------|----|--|---|
| 1997 | 28 | Hagner, O. | Satellitfjärranalys för skogsföretag. ISRN SLU-SRG-AR--28--SE |
| | 29 | Hagner, O. | Textur i flygbilder för skattningar av beståndsegenskaper. ISRN SLU-SRG-AR--29--SE |
| 1998 | 32 | Dahlberg, U., Bergstedt, J. & Pettersson, A. | Fältinstruktion för och erfarenheter från vegetationsinventering i Abisko, sommaren 1997. ISRN SLU-SRG-AR--32--SE |
| | 43 | Wallerman, J. | Brattåkerinventeringen. ISRN SLU-SRG-AR--43--SE |
| 1999 | 51 | Holmgren, J., Wallerman, J. & Olsson, H. | Plot-level Stem Volume Estimation and Tree Species Discrimination with Casi Remote Sensing. ISRN SLU-SRG-AR--51--SE |
| | 53 | Reese, H. & Nilsson, M. | Using Landsat TM and NFI data to estimate wood volume, tree biomass and stand age in Dalarna. ISRN SLU-SRG-AR--53--SE |
| 2000 | 66 | Löfstrand, R., Reese, H. & Olsson, H. | Remote sensing aided Monitoring of Nontimber Forest Resources - A literature survey. ISRN SLU-SRG-AR--66--SE |
| | 69 | Tingelöf, U. & Nilsson, M. | Kartering av hyggeskanter i pankromatiska SPOT-bilder. ISRN SLU-SRG-AR--69--SE |
| | 79 | Reese, H. & Nilsson, M. | Wood volume estimations for Älvsbyn Kommun using SPOT satellite data and NFI plots. ISRN SLU-SRG-AR--79--SE |

- 2003 106 Olofsson, K. TreeD version 0.8. An Image Processing Application for Single Tree Detection. ISRN SLU-SRG-AR--106-SE
- 2003 112 Olsson, H. Proceedings of the ScandLaser Scientific Workshop on Airborne
Granqvist Pahlen, Laser Scanning of Forests. September 3 & 4, 2003. Umeå, Sweden.
T. Reese, H. ISRN SLU-SRG-AR--112--SE
Hyypä, J.
Naesset, E.
- 114 Manterola Computer Visualization of forest development scenarios in
Matxain, I. Bäcksjön estate. ISRN SLU-SRG-AR--114--SE
- 2004 122 Dettki, H. & Skoglig GIS- och fjärranalysundervisning inom Jägmästar- och
Wallerman, J. Skogsvetarprogrammet på SLU. - En behovsanalys. ISRN SLU-
SRG-AR--122--SE
- 2005 136 Bohlin, J. Visualisering av skog och skogslandskap -erfarenheter från
användning av Visual Nature Studio 2 och OnyxTree. ISRN SLU-
SRG-AR--136--SE

Kompendier och undervisningsmaterial:

- 1996 14 Holm, S. & En analys av skogstillståndet samt några alternativa
Thuresson, T. samt avverkningsberäkningar för en del av Östads säteri. ISRN SLU-
jägm. studenter SRG-AR--14--SE
kurs 92/96
- 1997 21 Holm, S. & En analys av skogstillståndet samt några alternativa
Thuresson, T. samt avverkningsberäkningar för en stor del av Östads säteri. ISRN SLU-
jägm.studenter SRG-AR--21--SE
kurs 93/97.
- 1998 42 Holm, S. & Lämås, An analysis of the state of the forest and of some management
T. samt alternatives for the Östad estate. ISRN SLU-SRG-AR--42--SE
jägm.studenter
kurs 94/98.

- 1999 58 Holm, S. & Lämås, T. En analys av skogstillsåndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--58-SE
T. samt studenter vid Sveriges lantbruksuniversitet.
- 2001 87 Eriksson, O. (Ed.) Strategier för Östads säteri: Redovisning av planer framtagna under kursen Skoglig planering ur ett företagsperspektiv HT2000, SLU Umeå. ISRN SLU-SRG-AR--87--SE
- 2003 115 Lindh, T. Strategier för Östads Säteri: Redovisning av planer framtagna under kursen Skoglig Planering ur ett företagsperspektiv HT 2002, SLU Umeå. SLU-SRG--AR--115--SE

Examensarbeten:

- 1995 5 Törnquist, K. Ekologisk landskapsplanering i svenskt skogsbruk - hur började det? ISRN SLU-SRG-AR--5--SE
- 1996 6 Persson, S. & Segner, U. Aspekter kring datakvaliténs betydelse för den kortsiktiga planeringen. ISRN SLU-SRG--AR--6--SE
- 7 Henriksson, L. The thinning quotient - a relevant description of a thinning? Gallringskvot - en tillförlitlig beskrivning av en gallring? ISRN SLU-SRG-AR--7--SE
- 8 Ranvald, C. Sortimentinriktad avverkning. ISRN SLU-SRG-AR--8--SE
- 9 Olofsson, C. Mångbruk i ett landskapsperspektiv - En fallstudie på MoDo Skog AB, Örnsköldsviks förvaltning. ISRN SLU-SRG-AR--9--SE
- 10 Andersson, H. Taper curve functions and quality estimation for Common Oak (Quercus Robur L.) in Sweden. ISRN SLU-SRG-AR--10--SE
- 11 Djurberg, H. Den skogliga informationens roll i ett kundanpassat virkesflöde. - En bakgrundsstudie samt simulering av inventeringsmetoders inverkan på noggrannhet i leveransprognoser till sågverk. ISRN SLU-SRG-AR--11--SE
- 12 Bredberg, J. Skattning av ålder och andra beståndsvariabler - en fallstudie baserad på MoDo:s indelningsrutiner. ISRN SLU-SRG-AR--12--SE

- | | | | |
|------|----|----------------|---|
| | 13 | Gunnarsson, F. | On the potential of Kriging for forest management planning. ISRN SLU-SRG-AR--13--SE |
| | 16 | Tormalm, K. | Implementering av FSC-certifiering av mindre enskilda markägares skogsbruk. ISRN SLU-SRG-AR--16--SE |
| 1997 | 17 | Engberg, M. | Naturvärden i skog lämnad vid slutavverkning. - En inventering av upp till 35 år gamla förnygringsytor på Sundsvalls arbetsområde, SCA. ISRN SLU-SRG-AR--17--SE |
| | 20 | Cedervind, J. | GPS under krontak i skog. ISRN SLU-SRG-AR--20--SE |
| | 27 | Karlsson, A. | En studie av tre inventeringsmetoder i slutavverkningsbestånd. ISRN SLU-SRG-AR--27--SE |
| 1998 | 31 | Bendz, J. | SÖDRAs gröna skogsbruksplaner. En uppföljning relaterad till SÖDRAs miljömål, FSC's kriterier och svensk skogspolitik. ISRN SLU-SRG-AR--31--SE |
| | 33 | Jonsson, Ö. | Trädsikt och ståndortsförhållanden i strandskog. - En studie av tre bäckar i Västerbotten. ISRN SLU-SRG-AR--33--SE |
| | 35 | Claesson, S. | Thinning response functions for single trees of Common oak (<i>Quercus Robur</i> L.). ISRN SLU-SRG-AR--35--SE |
| | 36 | Lindskog, M. | New legal minimum ages for final felling. Consequenses and forest owner attitudes in the county of Västerbotten. ISRN SLU-SRG-AR--36--SE |
| | 40 | Persson, M. | Skogsmarkindelningen i gröna och blå kartan - en utvärdering med hjälp av Riksskogstaxeringens provytor. ISRN SLU-SRG-AR--40--SE |
| | 41 | Eriksson, M. | Markbaserade sensorer för insamling av skogliga data - en förstudie. ISRN SLU-SRG-AR--41--SE |
| | 45 | Gessler, C. | Impedimentens potentiella betydelse för biologisk mångfald. - En studie av myr- och bergimpediment i ett skogslandskap i Västerbotten. ISRN SLU-SRG-AR--45--SE |
| | 46 | Gustafsson, K. | Långsiktsplanering med geografiska hänsyn - en studie på Bräcke arbetsområde, SCA Forest and Timber. ISRN SLU-SRG-AR--46--SE |

- | | | | |
|------|----|---------------|--|
| | 47 | Holmgren, J. | Estimating Wood Volume and Basal Area in Forest Compartments by Combining Satellite Image Field Data. ISRN SLU-SRG-AR--47--SE |
| | 49 | Härdelin, S. | Framtida förekomst och rumslig fördelning av gammal skog. - En fallstudie på ett landskap i Bräcke arbetsområde. ISRN SLU-SRG-AR--49--SE |
| 1999 | 55 | Imamovic, D. | Simuleringsstudie av produktionskonekvenser med olika miljömål. ISRN SLU-SRG-AR--55--SE |
| | 62 | Fridh, L. | Utbytesprognoser av rotstående skog. ISRN SLU-SRG-AR--62--SE |
| 2000 | 67 | Jonsson, T. | Differentiell GPS-mätning av punkter i skog. Point-accuracy for differential GPS under a forest canopy. ISRN SLU-SRG-AR--67--SE |
| | 71 | Lundberg, N. | Kalibrering av den multivariata variabeln trädslagsfördelning. ISRN SLU-SRG-AR--71--SE |
| | 72 | Skoog, E. | Leveransprecision och ledtid - två nyckeltal för styrning av virkesflödet. ISRN SLU-SRG-AR--72--SE |
| | 74 | Johansson, L. | Rotröta i Sverige enligt Riksskogstaxeringen. - En beskrivning och modellering av rötförekomst hos gran, tall och björk. ISRN SLU-SRG-AR--74--SE |
| | 77 | Nordh, M. | Modellstudie av potentialen för renbete anpassat till kommande slutavverkningar. ISRN SLU-SRG-AR--77--SE |
| | 78 | Eriksson, D. | Spatial Modeling of Nature Conservation Variables useful in Forestry Planning. ISRN SLU-SRG-AR--78--SE |
| | 81 | Fredberg, K. | Landskapsanalys med GIS och ett skogligt planeringssystem. ISRN SLU-SRG-AR--81--SE |
| 2001 | 83 | Lindroos, O. | Underlag för skogligt länsprogram Gotland. ISRN SLU-SRG-AR--83--SE |

- | | | | |
|------|-----|----------------|---|
| | 84 | Dahl, M. | Satellitbildsbaserade skattningar av skogsområden med röjningsbehov (Satellite image based estimations of forest areas with cleaning requirements). ISRN SLU-SRG-AR--84--SE |
| | 85 | Staland, J. | Styrning av kundanpassade timmerflöden - Inverkan av traktbankens storlek och utbytesprognosens tillförlitlighet. ISRN SLU-SRG-AR--85--SE |
| 2002 | 92 | Bodenhem, J. | Tillämpning av olika fjärranalysmetoder för urvalsförfarandet av ungskogsbestånd inom den enkla älgbetesinventeringen (ÄBIN). ISRN SLU-SRG-AR--92--SE |
| | 95 | Sundquist, S. | Utveckling av ett mått på produktionsslutenhet för Riksskogstaxeringen. ISRN SLU-SRG-AR--95--SE |
| | 98 | Söderholm, J. | De svenska skogsbolagens system för skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--98--SE |
| | 99 | Nordin, D. | Fastighetsgränser. Del 1. Fallstudie av fastighetsgränserns lägesnoggrannhet på fastighetskartan. ISRN SLU-SRG-AR--99--SE |
| | 100 | Nordin, D. | Fastighetsgränser. Del 2. Instruktion för gränsvård. ISRN SLU-SRG-AR--100--SE |
| | 101 | Nordbrandt, A. | Analyser med Indelningspaketet av privata skogsfastigheter inom Norra Skogsägarnas verksamhetsområde. ISRN SLU-SRG-AR--101--SE |
| 2003 | 102 | Wallin, M. | Satellitbildsanalys av gremmeniellaskador med skogsvårdsorganisationens system. ISRN SLU-SRG-AR--102--SE |
| | 103 | Hamilton, A. | Effektivare samråd mellan rennäring och skogsbruk - förbättrad dialog via ett utvecklat samrådsförfarande. ISRN SLU-SRG-AR--103--SE |
| | 104 | Hajek, F. | Mapping of Intact Forest Landscapes in Sweden according to Global Forest Watch methodology. ISRN SLU-SRG-AR--104--SE |
| | 105 | Anerud, E. | Kalibrering av ståndortsindex i beståndsregister - en studie åt Holmen Skog AB. ISRN SLU-SRG-AR--105--SE |

- 107 Pettersson, L. Skördarnavigering kring skyddsvärda objekt med GPS-stöd. SLU-SRG-AR--107--SE
- 109 Östberg, P-A. Försök med subjektiva metoder för datainsamling och analys av hur fel i data påverkar åtgärdsförslagen. SLU-SRG-AR--109--SE
- 111 Hansson, J. Vad tycker bilister om vägnära skogar - två enkätstudier. SLU-SRG-AR--111--SE
- 113 Eriksson, P. Renskötseln i Skandinavien. Förutsättningar för sambruk och konflikthantering. SLU-SRG-AR--113--SE
- 119 Björklund, E. Medlemmarnas syn på Skogsägarna Norrskog. ISRN SLU-SRG--AR--119--SE
- 2004 120 Fogdestam, Niklas Skogsägarna Norrskog:s slutavverkningar och PEFC-kraven - fältinventering och intervjuer. ISRN SLU-SRG--AR--120--SE
- 121 Petersson, T. Egenskaper som påverkar hänsynsarealer och drivningsförhållanden på föryngringsavverkningstrakter -En studie över framtida förändringar inom Sveaskog. ISRN SLU-SRG--AR--121--SE
- 123 Mattsson, M. Markägare i Stockholms län och deras inställning till biodiversitet och skydd av mark. ISRN SLU-SRG--AR--123--SE
- 125 Eriksson, M. Skoglig planering och ajourhållning med SkogsGIS - En utvärdering av SCA:s nya GIS-verktyg med avseende på dess introduktion, användning och utvecklingspotential. ISRN SLU-SRG--AR--125--SE
- 130 Olmårs, P. Metrias vegetationsdatabas i skogsbruket - En GIS-studie. ISRN SLU-SRG--AR--130--SE
- 131 Nilsson, M. Skogsmarksutnyttjande på Älvdalens kronopark före 1870. En kulturhistorisk beskrivning och analys. ISRN SLU-SRG--AR--131--SE
- 2005 133 Bjerner, J. Betydelsen av felaktig information i traktbanken -Inverkan på virkesleveranser samt tidsåtgång och kostnad vid avverkningar. ISRN SLU-SRG--AR--133--SE

- 138 Kempainen, E. Ett kalkylstöd för ekonomiska analyser av avverkningsåtgärder på beståndsnivå. A calculation support program for economic analysis of cutting actions on stand level. ISRN SLU-SRG--AR--138--SE
- 140 González, J.D.D. A time study and description of the work methods for the field work in the National Inventory of Landscapes in Sweden. ISRN SLU-SRG--AR--140--SE
- 141 Jacobsson, L. Förbättringspotential i avverkningsplanering
-En fallstudie av ett års avverkningar på två distrikt inom SCA skog, Jämtlands förvaltning. ISRN SLU-SRG--AR--141--SE

Internationellt:

- 1998 39 Sandewall, M.,
Ohlsson, B. &
Sandewall, R.K. People's options of forest land use - a research study of land use dynamics and socio-economic conditions in a historical perspective in the Upper Nam Water Catchment Area, Lao PDR. ISRN SLU-SRG-AR--39--SE
- 1998 44 Sandewall, M.,
Ohlsson, B.,
Sandewall, R.K.,
Vo Chi Chung,
Tran Thi Binh &
Pham Quoc Hung. People's options on forest land use. Government plans and farmers intentions - a strategic dilemma. ISRN SLU-SRG-AR--44--SE
- 1998 48 Sengthong, B. Estimating Growing Stock and Allowable Cut in Lao PDR using Data from Land Use Maps and the National Forest Inventory. ISRN SLU-SRG-AR--48--SE
- 1999 60 Sandewall, M.
(Edit.). Inter-active and dynamic approaches on forest and land-use planning - proceedings from a training workshop in Vietnam and Lao PDR, April 12-30, 1999. ISRN SLU-SRG-AR--60--SE
- 2000 80 Sawathwong, S. Forest Land Use Planning in Nam Pui National Biodiversity Conservation Area, Lao P.D.R. ISRN SLU-SRG-AR--80--SE
- 2002 97 Sandewall, M. Inter-active and dynamic approaches on forest and land-use planning in Southern Africa. Proceedings from a training workshop in Botswana, December 3-17, 2001. ISRN SLU-SRG-AR--97--SE

NILS:

- 2004 124 Esseen, P-A.,
Löfgren, P. Vegetationskartan över fjällen och Nationell Inventering av
Landskapet i Sverige (NILS) som underlag för Natura 2000. ISRN
SLU-SRG-AR--124--SE
- 126 Allard, A.,
Löfgren, P. &
Sundquist, S. Skador på mark och vegetation i de svenska fjällen till följd av
barmarkskörning. ISRN SLU-SRG-AR--126--SE
- 127 Esseen, P-A.,
Glimskär, A. &
Ståhl, G. Linjära landskapselement i Sverige: skattningar från 2003 års NILS-
data. ISRN SLU-SRG-AR--127--SE
- 128 Ringvall, A., Ståhl, G., Löfgren, P. &
Fridman, J. Skattningar och precisionsberäkning i NILS - Underlag för
diskussion om lämplig dimensionering. ISRN SLU-SRG-AR--128--
SE
- 132 Esseen, P-A.,
Glimskär, A.,
Moen, J.,
Söderström, B. &
Weibull, A. Analys av informationsbehov för Nationell Inventering av
Landskapet i Sverige (NILS). ISRN SLU-SRG--AR--132--SE
- 2005 134 Glimskär, A.,
Allard, A. &
Högström, M. Småbiotoper vid åkermark – indikatorer och flygbildsbaserad
uppföljning i NILS. ISRN SLU-SRG--AR--134--SE
- 135 Hylander, K. &
Esseen, P-A. Lavkompendium för Nationell Inventering av Landskapet i Sverige
(NILS) ISRN SLU-SRG--AR--135--SE
- 137 Ericsson, S. Arthandbok Fältskiktsarter för Nationell Inventering av Landskapet
i Sverige NILS. ISRN SLU-SRG-AR--137--SE
- 139 Weibull, H. Mosskompendium för Nationell Inventering av Landskapet i
Sverige (NILS) 2004. ISRN SLU-SRG-AR--139--SE